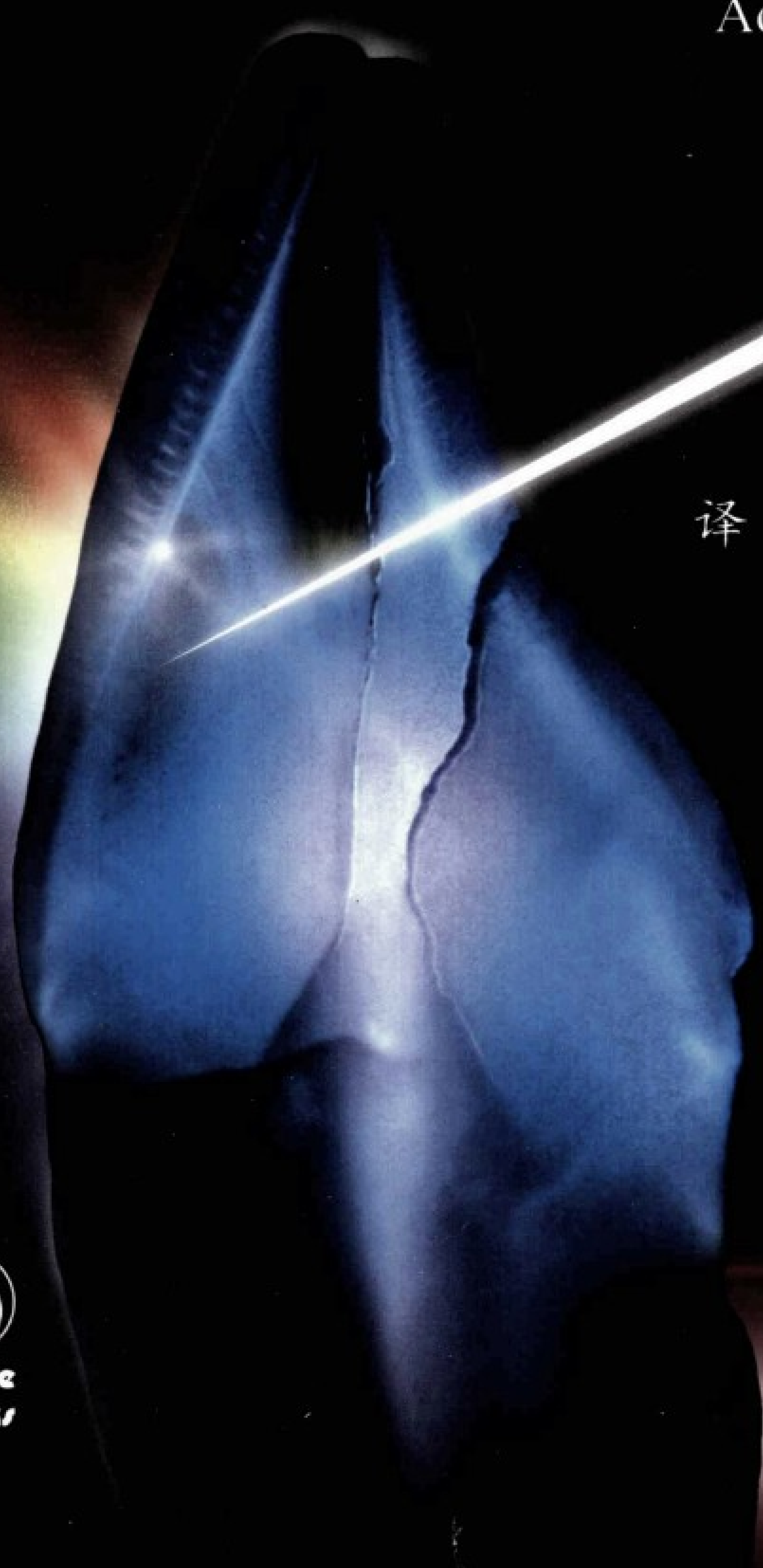
口腔美学比色

Fundamentals of Color: Shade Matching and Communication in Esthetic Dentistry

原　著　Stephen J chu
Alessandro Devigus
Adam mieleszko

译　者　郭　航　刘　峰



quintessence books

人民軍醫出版社
PEOPLE'S MILITARY MEDICAL PRESS

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

VISIT…

LANZAROTE Caliente.com

微信公众号

口 腔 视 频

微信搜索qzkqsp1即可关注

福利1

关注后可观看正畸、修复、种植等精彩内容

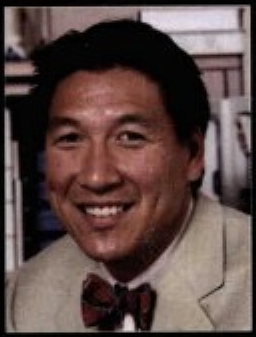
福利2

关注后领取口腔解剖病理学视频讲座全集

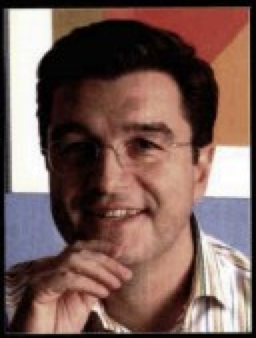
福利3

加入视频分享交流群，解答疑难病例，获取更多视频资源

扫二维码，关注公众号
领取更多口腔资料



Stephen J Chu 1984年获宾夕法尼亚大学牙科学院临床博士学位，1986年在华盛顿大学牙科学院固定修复专业研究生毕业，获硕士学位。1996年取得瓷修复方面的牙科技师证书并于1998年获牙科技工学硕士。他是口腔种植科副教授，也是纽约大学牙科学院发展和国际CDE项目美容牙科主任，并有自己的私人诊所，从事牙科美学和保存修复工作。Chu博士参编了由Galip Gurel博士主编的《瓷贴面科学与艺术》一书（Quintessence，2003），并发表若干有关牙科美学、修复和种植方面的文章。



Alessandro Devigus 1987年毕业于瑞士苏黎世大学牙科学院，现在为老年和特殊关怀牙科讲师。同时他也是德国Freiburg大学口腔修复专业高级访问讲师，并在瑞士Bulach拥有私人诊所。Devigus博士在瑞士日内瓦大学从事研究工作，是瑞士牙科计算机协会发起人和主席，并被选举为瑞士重建牙科协会主席。



Adam J Mieleszko 1997年毕业于纽约技术学院获牙科技术专业学位，2000年取得牙科瓷修复技师证书，从那时起他在纽约的私人技工室与Chu博士密切合作。

■几天前，这部《口腔美学比色》的译稿摆在了我的案头，翻看了几页之后我便为之所吸引，竟手不释卷的通读了一遍。掩卷之时，竟有一种顿悟的感觉。书中详细介绍了色彩学的基本原理，影响色彩的各种因素，递进发展的比、配色技术，从实践中总结出的比色经验和要点，以及应用这些理论和技术所实现的精确比色案例，这些都给我留下了深刻的印象。实现自然和谐的美学修复，看来也并非遥不可及。认真读完这本书，再认真付诸实践，就一定能提升我们美学修复水平。

■郭航、刘峰两位医师翻译的这本《口腔美学比色》是一本优秀的参考书，弥补了现行口腔修复学教学中对“色彩学的基础理论，比色的基本方法”讲解不足的缺憾。烤瓷牙或全瓷牙的色彩是否能精确模仿口内的余留牙，自然和谐，令患者满意，这是目前修复科医师、技师十分关注的问题，也是急需学习的新知识。本书从理论到具体应用详细阐述了有关颜色的基本理论及影响因素，并介绍了具体比色方法。相信本书会给每位关注口腔科色彩问题的人以帮助。

= 策划编辑 焦健姿
= 编辑热线 010-51927271
= 封面设计 龙 岩

= 销售分类 口腔医学

ISBN 978-7-5091-1766-8

定价：156.00元

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

口腔美学比色

Fundamentals of Color:
Shade Matching and Communication in Esthetic Dentistry

原　著　Stephen J. Chu
Alessandro Devigus
Adam Mieleszko

译　者　郭　航　刘　峰

quintessence books

人民军医出版社
PEOPLE'S MILITARY MEDICAL PRESS
北　京

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

图书在版编目(CIP)数据

口腔美学比色 /(美)查(Chu,S.J.),(美)德维吉斯(Devigus,A.),(美)米莱斯科(Mieleszko, A.) 原著;郭航,刘峰译.－北京:人民军医出版社,2008.5
ISBN 978-7-5091-1766-8

Ⅰ.口… Ⅱ.①查… ②德… ③米… ④郭… ⑤刘… Ⅲ.牙－修复术－色彩学:医学美学 Ⅳ.R783-05

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第072107号

Fundamentals of Color:Shade Matching and Communication in Esthetic Dentistry 由国际精萃出版集团(International Quintessence Publishing Group)提供中文版权,授权人民军医出版社在中国大陆出版并在全球发行该书中文版。
版权登记号:图字-军-2007-022

策划编辑:焦健姿 **文字编辑**:楚德国 **责任审读**:黄栩兵
出 版 人:齐学进
出版发行:人民军医出版社 **经销**:新华书店
通信地址:北京市100036信箱188分箱 **邮编**:100036
质量反馈电话:(010) 51927270;(010)51927283
邮购电话:(010) 51927252
策划编辑电话:(010) 51927271
网址:www.pmmp.com.cn

印刷:北京印刷一厂 **装订**:恒兴印装有限公司
开本:889mm × 1194mm 1/16
印张:10.5 **字数**:140千字
版、印次:2008年5月第1版第1次印刷
印数:0001～2500
定价:156.00元

版权所有 侵权必究
购买本社图书,凡有缺、倒、脱页者,本社负责调换

PDG

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频,微信公众号里搜索qzkqsp1(茄子口腔视频1首字母)即可关注

PREFACE
译者序一

作为一个口腔医师，出于职业习惯，常常看人第一眼即会注意到牙齿，对于牙齿和修复体的颜色高度敏感。口腔医师不仅是人类健康的保护者，而且应是美丽的创造者，如何使牙科医师的比、配色技术达到更加完美的程度？如何让我们的每一位患者都拥有色彩自然、和谐、美观的义齿？这些都是困惑口腔医师和技师多年的问题。我们能为患者提出最佳的设计，实施精细的手术，做出外形精美，坚固耐用的义齿，但却常常难以配出最自然、协调的义齿颜色。如何解决这一问题，是每一个口腔医师的关注和企盼。

色彩学是一门精深的科学，而且是与许多学科，与我们的日常生活密切相关的一门科学。它有自己的基础理论和系列知识。掌握了这些知识，将能深化我们对色彩的理解和认识，将能帮助我们更好的掌握比、配色技术，也能帮助我们提高自身的美学修养。遗憾的是，多年来，我们的口腔医学教育中一直缺少这重要的一环。人们只是初浅地了解、习惯性地应用一些比、配色的经验，致使我们始终距离完美、自然的美学修复还有一步之遥。

几天前，这部《口腔美学比色》的译稿摆在了我的案头，不具美学修复专长的我，在翻看了几页之后便为它所吸引，竟手不释卷的通读一遍。掩卷之时，竟有一种顿悟的感觉。书中详细介绍了色彩学的基本原理，影响色彩的各种因素，递进发展的比、配色技术，从实践中总结出的比色经验和要点，以及应用这些理论和技术所实现的精确比色案例，都给我留下了深刻的印象。实现自然和谐的美学修复，看来也并非遥不可及。认真读完这本书，再认真付诸实践，就一定能提升我们的美学修复水平。应该感谢 Stephen J.Chu，Alessandro Devigus 和 Adam J.Mieleszko 为我们写下这本书，感谢他们对牙科美学的贡献，

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

其对美容牙科的影响将随着本书的传播而日益显现出来。

译者郭航博士是我研究生时期的同学和友人。研究生时代起，他就专致于牙科色彩学的研究。在光固化树脂、烤瓷、全瓷的色彩研究中都留下了探索的足迹，是当时中国口腔医师中少有的色彩学专家。从他口中我们得知了“明度”、“色调”、“色差”等色彩学的专用术语及知识。更为难能可贵的是他在结束研究生学习之后，没有中断他的探索之路，一直在从事色彩学的研究。尤其是将他丰富的色彩学知识用于临床，奉献给他的患者。创造着自然和美丽，成为京城有名的美容牙科专家。刘峰医师是牙科美学的后起之秀，他对口腔临床摄影和美学修复有独到见解。郭航博士和刘峰医师做了一件好事，把这本书介绍给中国的口腔医师，让我们拥有更多的色彩学知识和技能，让我们拥有更强的创造美与自然的能力，让我们带给患者更多的美丽、自信和更美好的生活。



2008年5月8日于西安

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

PREFACE
译者序二

郭航、刘峰两位医师做了一件很好的事，翻译了《口腔美学比色》一书。这本书将能成为一本很好的参考书，弥补我们在现行口腔修复学教学中对"色彩学的基础理论、比色的基本方法"讲解不足的缺憾。烤瓷牙或全瓷牙的色彩是否能精确模仿口内的余留牙，自然和谐，令患者满意，这是目前修复科医师、技师十分关注的问题，也是急需学习的新知识。随着人民生活水平的提高，患者对美观牙齿的要求也越来越高。新型粘接材料和技术、各类全瓷修复材料及树脂直接修复材料不断出现，为口腔科医师向患者提供美观、自然的牙齿创造了条件。然而各种材料技术的正确使用，还需要医师和技师具有色彩学的知识、对颜色的理解和再现能力。

《口腔美学比色》一书，从理论到具体应用详细阐述了有关颜色的基本理论及影响因素，并介绍了具体比色方法。阅读此书相信会给每位关注颜色问题的人以帮助。郭航、刘峰两位医师是目前国内对颜色理解和应用比较好的、较有名气的年轻医师。相信他们的选书和翻译是有独到之处的。

衷心祝愿《口腔美学比色》一书译著的出版。相信这本书将会对推动广大口腔科医师开展对色彩学的研究和应用有很大帮助。

2008年5月8日

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

PREFACE
原 序

在我的整个职业生涯中，用修复材料模仿自然牙齿颜色已经取得了显著进步。早在20世纪60年代，金属烤瓷就为我们展现了一种新型的、持久耐用的、美观而与软组织有良好适应性的修复体。然而，大多临床医师并不了解颜色，在口腔教育中传授的也很少。当代几位临床医师对牙科色彩学的建设做出了巨大贡献，他们是20世纪30年代的Bruce Clark和70年代的Robert C Sproull、Jack D.Preston、Stepfen F. Bergen。

一位伟大的口腔医学专家John W.McLean于1965年向我们介绍了高强度的氧化铝全瓷修复体，口腔陶瓷的颜色受到更多关注，技师更富于艺术性，他们在内染色和处理遮色和透明度方面取得了巨大进步。20世纪90年代粘接学、复合树脂和混合全瓷材料为我们带来了再现自然牙颜色和光泽的艺术效果。

本书的作者Stephen J.Chu，Alessandro Devigus和Adam J.Mieleszko在当代口腔医学领域对口腔色彩学的理论和实践做出了杰出贡献。不断更新已是我们生活的一部分，面对新材料和新技术的涌现，本书对学生、口腔医师和专家都有很多借鉴意义。

书中简明介绍了颜色理论，着重阐述了颜色在口腔医学中的应用和影响牙齿颜色的相关因素，有助于临床医师和技师解决相关问题。本书重点介绍了比色程序，详细描述了复合树脂直接分层修复。特别介绍了数字比色技术，读者从中可以深入了解颜色测量技术及其在技工室和临床方面的应用。最后通过大量病例，介绍了单颗前牙冠美学修复到多个前牙修复体的临床应用。

需要注意的是，口腔医学中的颜色科学始终对使用者的操作技巧有较高的要求，特别是在制作陶瓷修复体时并没有一个标准。不同批

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

号间、不同品牌间在色度、明度、饱和度和透明度上的差异要求烤瓷师具有非凡的艺术技巧来创作所需要的颜色。除非生产商建立了一种理想标准，否则最好的颜色测量也不一定能产生完全一致的比色效果。同时，我们特别需要理解口腔技师，是他们让口腔色彩科学和艺术得到完美的统一。

作者对于比色和颜色交流的论述满足了我们的实际需要，并更新和丰富了颜色理论，同时特别荣幸由我来作序。

Lloyd L. Miller, DMD
Tufts 大学牙科学院修复学教研室临床教授
马萨诸塞州，波士顿

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

FOREWORD
前　言

颜色研究是口腔美学的一部分，如果修复体的颜色选错了，即使略有偏差，修复后的效果也有非常明显的差别，看起来很假，病人会很不满意。显然，这是一种不希望看到的结果。

不幸的是，颜色是微妙的，色彩的稍微变化会影响修复体的效果。口腔治疗室中的光线、照明光源、色盲、营养和眼疲劳都可能成为口腔专业比色的障碍。要获得永恒的牙齿颜色美学效果必须了解这些挑战和色彩学的基本理论。然而，大多数有关颜色理论方面的文献并未促进读者对颜色的理解，或许更增加了一些困惑，而且，口腔医学院也缺乏色彩学方面的教育。我们需要详细介绍各种数据并精确阐明颜色科学的基本资料。本书简单明了地描述了色彩学，帮助读者更简单而精确地量化和交流颜色。

《口腔美学比色》首先介绍了颜色的基础理论，阐明能够影响色彩感觉的因素。然后分别详细介绍了传统比色和新技术比色，最后总结出结合两种比色方法的要点，提供给读者几乎确保第一次和每一次都能精确比色的技术。贯穿全文列举了很多线索和技巧以增进读者的理解，并展示临床效果。同时本书也附带了一组病例图片，介绍如何取得美观和可预测效果的临床操作步骤。

本书奉献给所有追求更好地了解复杂比色环节的读者，提升他们的美学技巧，并增强修复体的自然效果。我们首先是健康维护者，同时也是艺术工作者，只要熟练掌握了色彩学知识，修复体的美学效果会像功能效果一样自然。

没有大家的支持、奉献和热情，本书是不可能完成的。

首先我要感谢X-Rite公司的Mike Ferrara、Tom Nyenhuis、Kevin Aamodt、Jim Overbeck和Shannon Gary，对我的色彩学知识给予了极大帮

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

助。我还要感谢MHT光学研究所的Dustin Ewing，向我们讲解如何使用分光色彩设备。感谢Colgate-Palmolive公司的William Devisio和Bernal Stewart博士在活髓牙漂白方面现在和将来的合作。感谢Heraeus-Kulzer-Jelenko公司，特别是Gerrit Steen、Chris Holden、Mark Pitel和Dennis Fraioli博士提供了修复病例中美观合成瓷材料。同样感谢Lanmark集团的Steve Wright使我们的设想付诸文字。特别鸣谢Quintessence出版社的员工，是他们使本书得以出版面世。

我们同样要感谢Irfan Ahmad博士，他的贡献不仅仅是这本书，对于全球从事固定修复、美学牙科和牙科摄影的医师都是一个激励。我们感谢Didier Dietschi博士，对直接修复复合材料的研究已经建立了复合树脂色彩学标准，他的同事Stephano Ardu博士和Ivo Krejci提供了本书的直接修复病例。我们还要感谢Stefan Paul博士和Ed Mclaren博士，他们在颜色技术领域先前和现在的研究不断地丰富着我们的基础知识。同样感谢Giordano Lombardi，CDT，他们的技术、技能和工作关系巩固了瑞士牙科美学修复的最高标准。

特别感谢Galip Gurel博士（伊斯坦布尔，土耳其），他的关于瓷贴面的文章开阔了我们对于牙科美学修复和颜色的视野。也要感谢纽约大学牙科学院的助理院长Kendall Beachman和Dennis Tarnow博士的帮助和鼓励。最后还要感谢Jason Kim，CDT，向我们传授了颜色和透明性方面的知识和技能。

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

TABLE OF CONTENTS
目 录

1 颜色理论 Color Theory 1

颜色物理学 /3

颜色复制 /9

牙科色彩学 /12

2 影响颜色的因素 Elements Affecting Color 19

照明 /20

对比效应 /30

观察者的相关影响 /38

修复材料的选择 /43

3 常规比色 Conventional Shade Matching 51

比色步骤 /52

比色板系统 /59

推荐步骤 /62

复合树脂直接修复的特殊考虑 /69

4 科技比色 Technology-Based Shade Matching 77

科技比色系统的发展 /78

颜色测量系统 /80

科技比色系统类型 /82

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

比色操作步骤 /87
推荐比色程序 /92

5 推荐比色程序 Recommended Shade-Matching Protocol 101

成功比色七步法 /103

附录：临床病例 Appendix: Clinical Cases 117

单颗前牙全瓷冠（Procera） /118
单颗前牙全瓷冠（In-Ceram） /122
单颗前牙种植金属烤瓷冠 /124
单颗前牙瓷贴面 /128
双前牙全瓷冠 /132
两颗前牙全瓷冠和一颗前牙金属烤瓷冠 /136
四颗前牙瓷贴面 /140
单颗后牙全瓷冠 /144
十颗瓷贴面与漂白牙匹配 /148
两颗前牙的直接树脂修复 /152

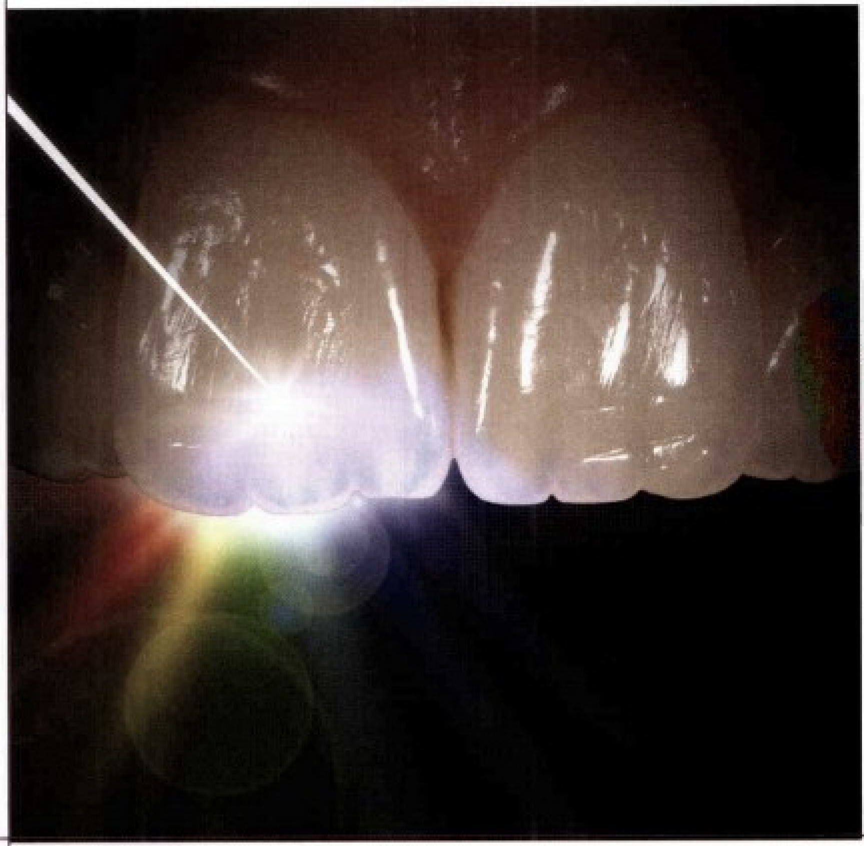
PDG

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

1 颜色理论 Color Theory

本章内容：

- 颜色物理学 /3
  The physics of color
- 颜色复制 /9
  Color reproduction
- 牙科色彩学 /12
  Color in dentistry



公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注



图 1-1
物体（一朵玫瑰）表面反射出的光波使人眼感觉到颜色（粉色）

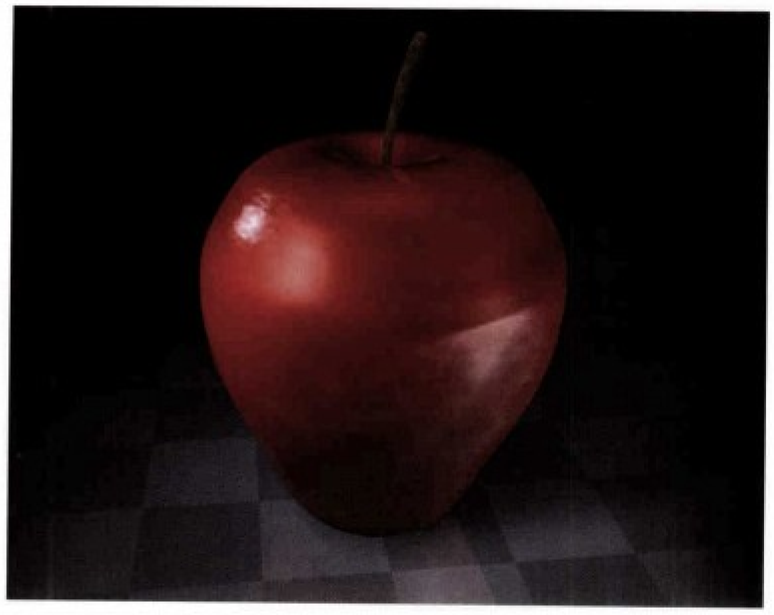


图 1-2
一个红苹果，对它特有的颜色描述是主观的和有争议的，带有情绪化或内心的反应

许多人深思一个问题：如果一颗树在森林中倒下，没有人在那里听，它发出声音了吗？在颜色理论中，问题便成了这样：如果玫瑰的花瓣是粉色的，但没人看到它在那里，它们真是粉色的吗？根据色彩学理论，答案是不。这意外答案的原因是，为了要使一个颜色存在，必须要有三个相互结合的因素：光、物体和观察者（图 1-1）。如果不是三个因素都存在，我们熟悉的颜色也不存在。

颜色最好被描述为一门抽象科学。颜色以视觉和感情表现出来。颜色是个人的，每个个体看同一物体有不同的感觉。举个例子，图 1-2 中的苹果，多数人认为它是红色的，其他人可能会进一步将它描述为樱桃红或红宝石红，通常仅仅凭视觉评估很难得出共同的感觉。有无数因素影响个体对颜色的视觉，包括光线条件、背景作用、色缺陷、两眼不一致、眼疲劳、年龄和其他生理因素（见第 2 章）。即使不考虑这些生理因素，每个观察者基于他或她以往对颜色的经验不同会有不同的解读。每一个体对物体颜色的口头表述也会不一样。[1-9]

然而，颜色也有可以计量的方面，这对牙医理解颜色是非常重要的。颜色是如何被感知和复制的等基础知识会帮助医师在牙科临床实践中评价和匹配颜色。

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

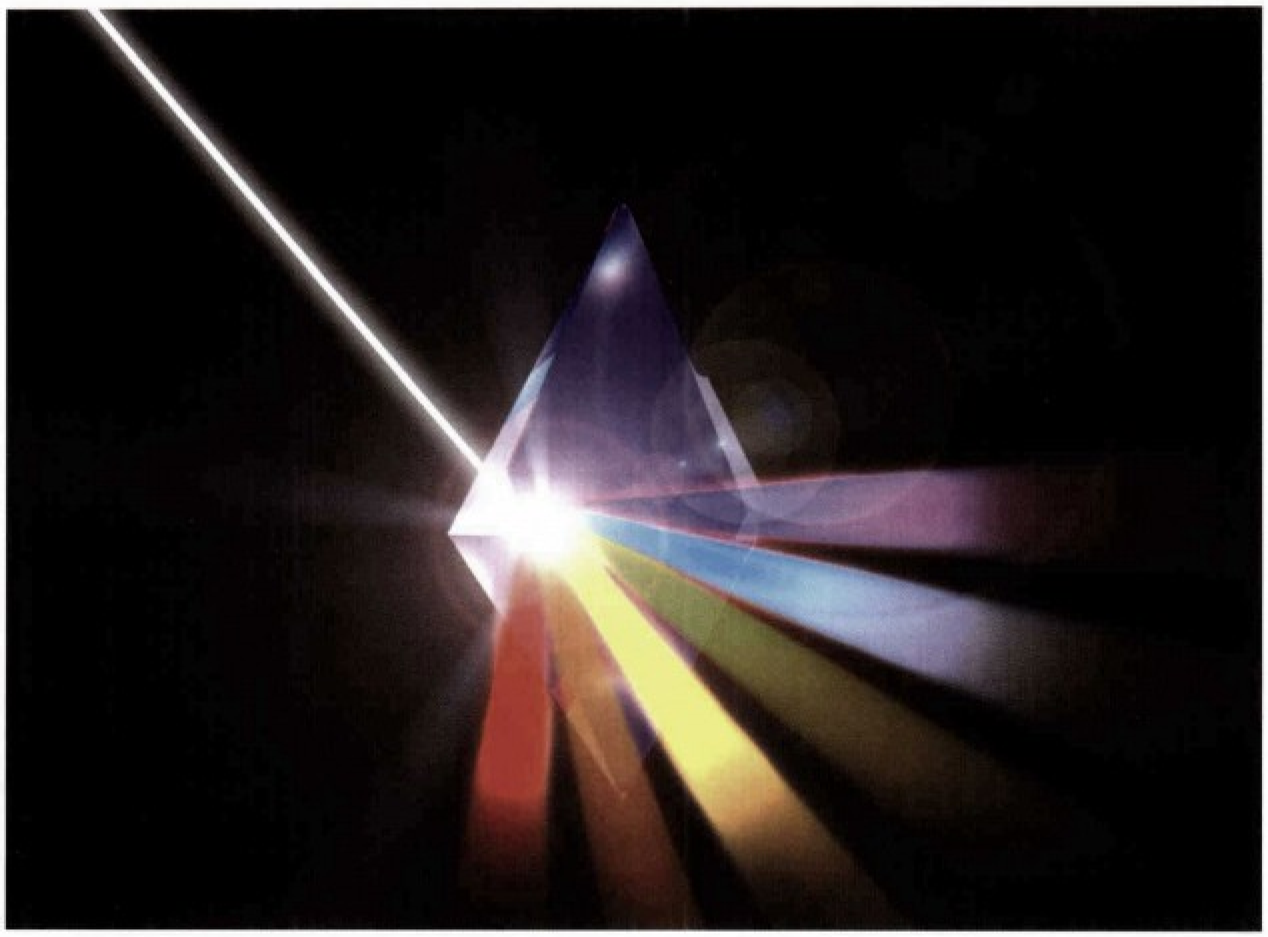


图1-3
光线通过棱镜散射，将光线分解为各种单色频率，叫做波长

颜色物理学 The Physics of Color

尽管颜色通常被看作是一种艺术形式，在颜色理论后面其实隐藏着真实的科学。牛顿首先从物理学的角度解读了颜色，他发现一束白光通过棱镜能分解为组成它的各种颜色，或者称波长（图1-3）。牛顿将这种连续的颜色现象描述为光谱，将这些颜色按下列顺序命名：红、橙、黄、绿、蓝、靛和紫。这些波长被人眼的三种颜色接收器（被称为视锥细胞）观察到，分别是红、绿和蓝光，人眼只能观察到这一区域波长的光线，因此称之为可见光波。在物理学中可见光波长范围大致为400～700nm（图1-4和图1-5）。每种色调由它的波长频率精确定义[1]（表1-1）。

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

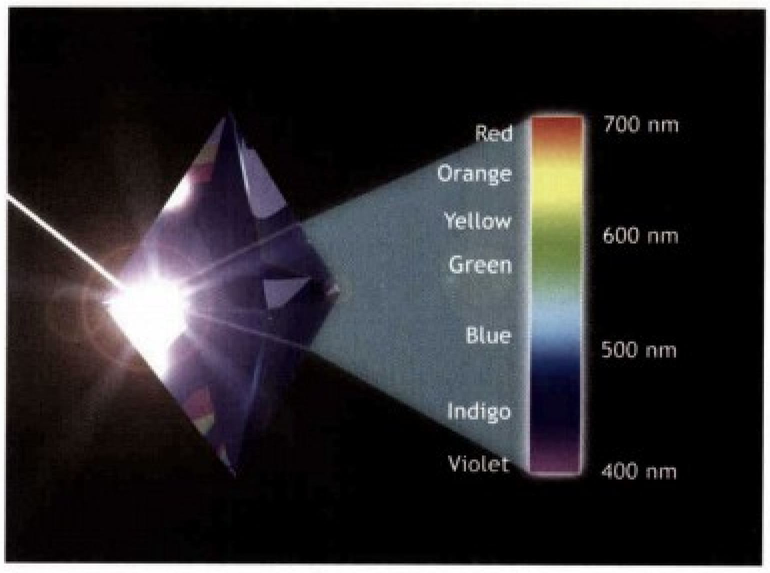


图1-4
可见光波长范围从400nm（紫色）到700nm(红色)

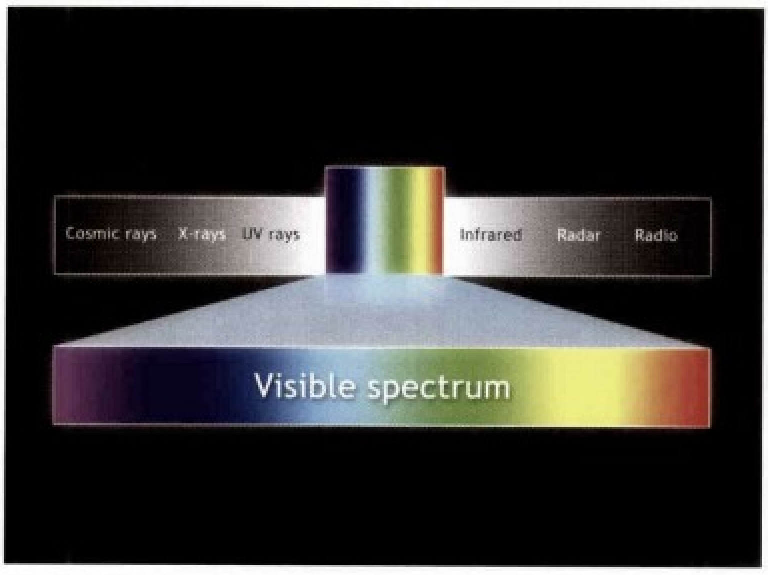


图1-5
可见光谱与整个电磁光谱之间的关系

表1-1 颜色的波长

颜色	波长（nm）*
红	650～800
橙	590～649
黄	550～589
绿	490～539
蓝	460～489
靛	440～459
紫	390～439

*1nm=0.000 001mm

牛顿在颜色科学研究中的重大突破改变了人们对光源的看法。[10] 他的观察很简单：白光包括了所有颜色，如果一个物体呈现出特定的颜色，这意味着我们观察物体时，到达我们眼睛的光线在某种程度上被物体改变了，换句话说光线的作用使我们感受到物体的颜色。因此没有光就没有颜色。

感觉颜色的基本过程可描述为光由光源发出，这个光可能直接到达人眼或者穿过物体，如果光与物体发生反应，一部分光被物体吸收，未被物体吸收的光波（被反射，穿透，或直接射入人眼的）由人眼中接收细胞（视锥或视杆细胞）所感受，通过大脑感知为特定的颜色。这个过程中的各项组成将在下文中详细叙述。

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

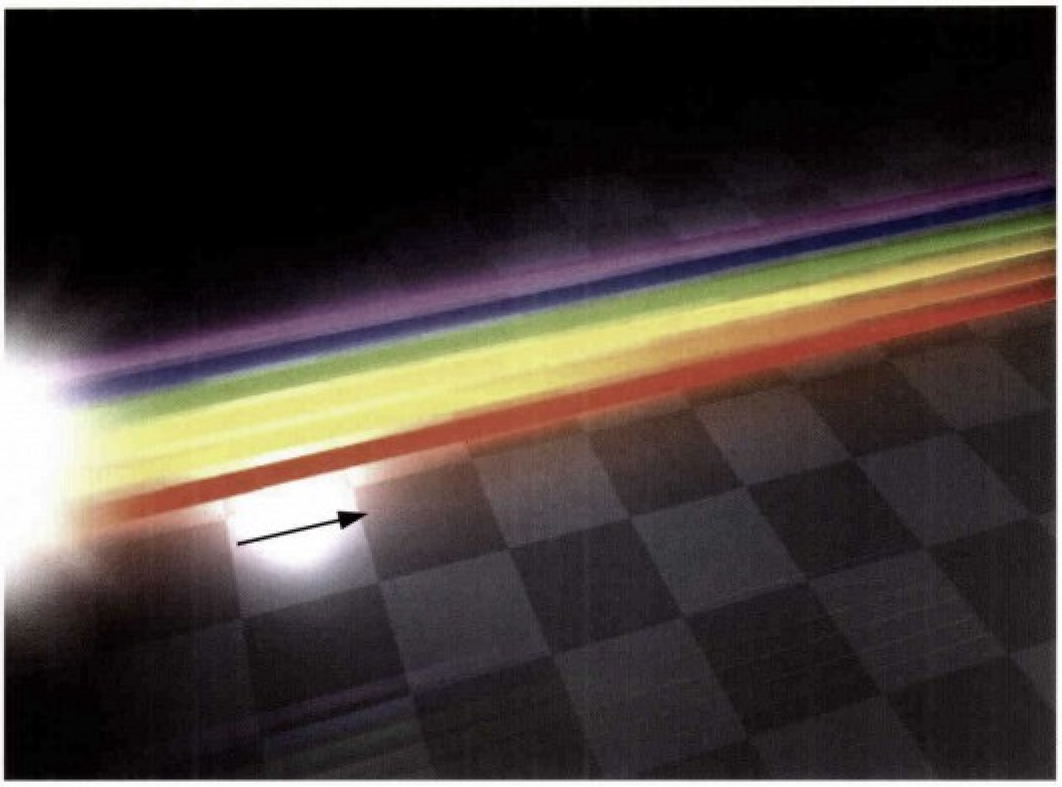


图1-6
光的散射

散射 Emission

光的散射由光源通过化学或物理的作用发生（图1-6）。每种作用比其他方式产生更多特定的光波。要产生完美的白光，光源必须散发恰好相同数量的各种波长。在有些情况，发光物体会产生特有的颜色，这些物体如电脑监视器通过发出明显有红绿蓝成分组成的光产生颜色。这一过程将在后面的章节中详细描述。

没有能够散射出真正意义上白光（即各种波长光的数量完全相等）的光源。这会影响光的识别，因为光源作用于一个物体只能产生特定波长的光波（颜色）。这可以解释为什么同一个物体在不同的光线下观察会呈现出不同的颜色（见第2章）。

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

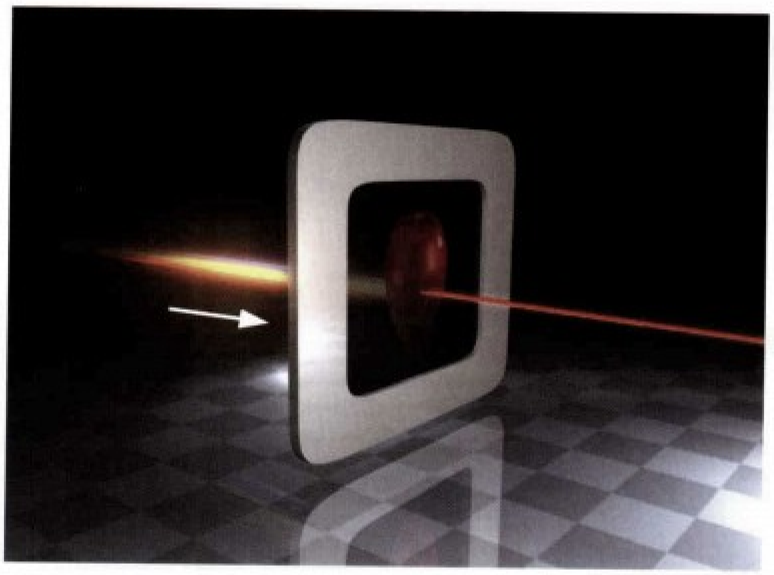


图1-7
光的透射

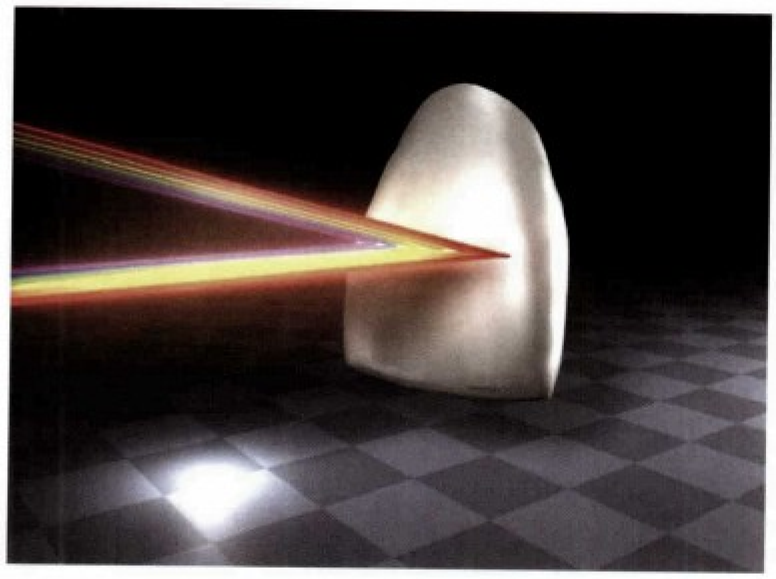


图1-8
光的反射

透射和吸收 Transmission and absorption

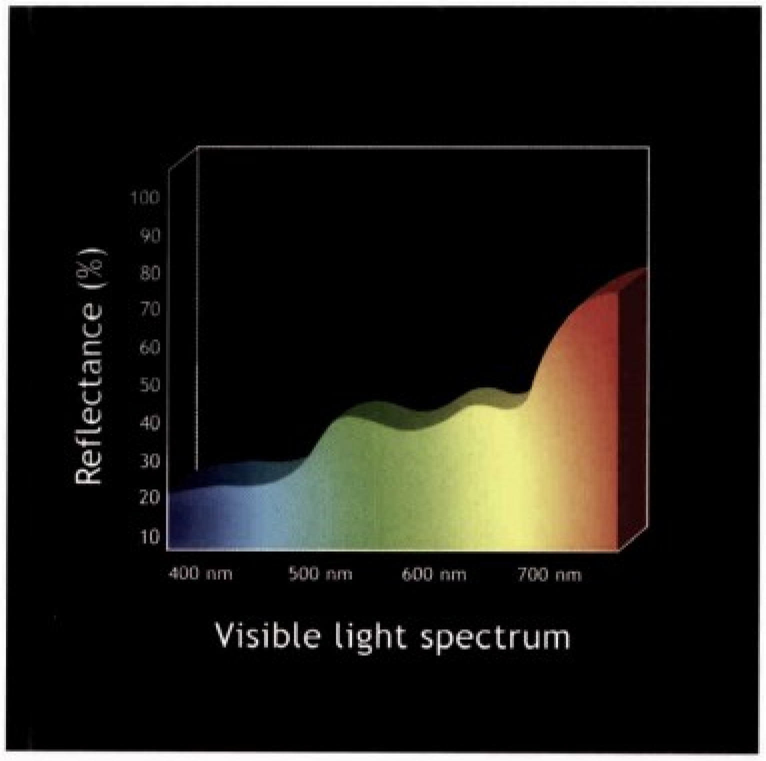
透射光线穿过一种透明或半透明材料，如幻灯片或胶片（图1-7）时就发生了透射。如果光线遇到材料中的分子或大颗粒物质，有些波长的光将被吸收。被吸收光线的量和波长（颜色）由光穿过物质的密度和组成决定。透射光的波长（参考光谱数据）确定了观察到的颜色。如果材料是完全透明的，所有光线均可穿透，我们就观察到白色。如果材料完全不透明，所有光线均被吸收，我们就观察到黑色。然而在大多数情况下，一些波长的光（颜色）被吸收了，另一些波长的光透射了。如果发生这种情况，我们观察到的颜色取决于穿透光的波长。比如，如果一种材料吸收红光而透射绿光和蓝光，可观察到绿和蓝的混合色（大约为靛色）。

反射和吸收 Reflection and absorption

反射发生于光线照射在实体物质上，如苹果或相片，然后将它弹射回来（图1-8）。根据物体或中间介质的分子结构或密度不同，某些波长（颜色）的光被吸收，更多的光被反射。反射光的波长决定了观察到的颜色（图1-9）。理论上，一个反射所有光线的物体就呈现出白色（图1-10），吸收所有光的物体呈现出黑色（图1-11）。然而在大多数情况下，物体会吸收一些波长（颜色）的光，并反射另一些光（图1-12）。这种情况下，物体呈现出反射光波长的颜色。例如，一个物体吸收绿光反射红和蓝光，它就会呈现出红和蓝的混合色（紫红色）。

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

图1-9
图示一个物体的反射光波长比例。在可见光谱范围内(400～700nm)每间隔10nm测量比例。这一图样叫做光谱曲线，可比作该物体颜色的指纹



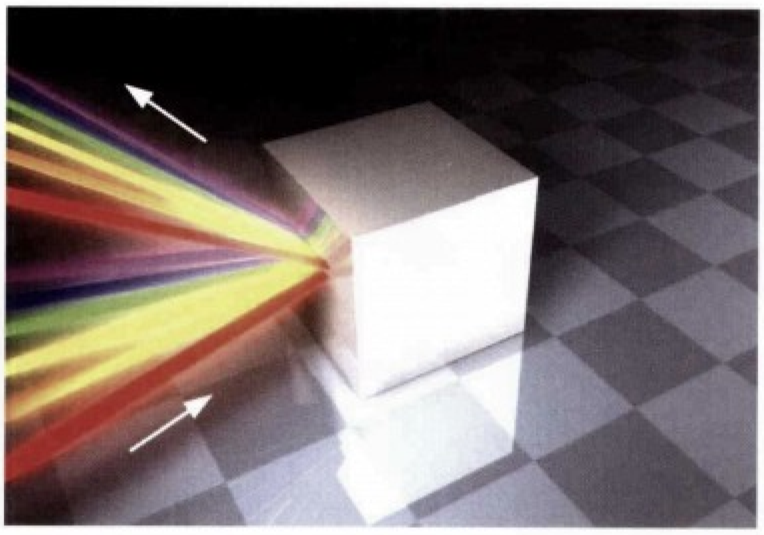


图1-10
一个绝对的白色物体反射所有波长的光

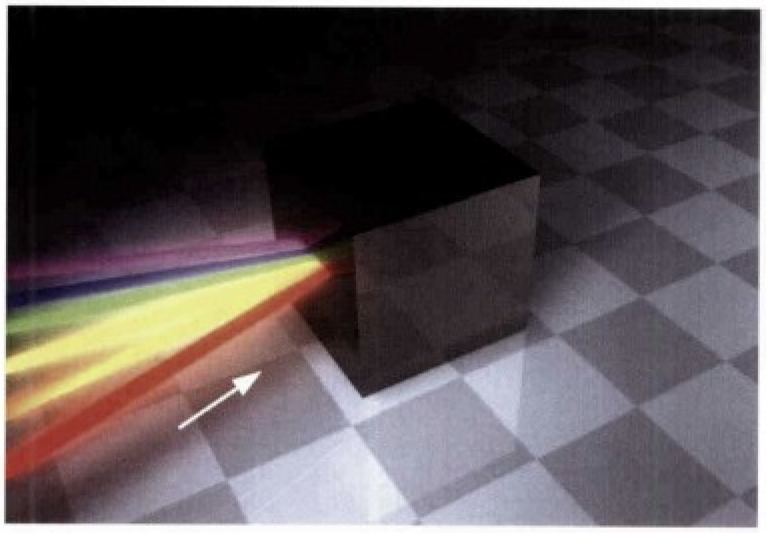


图1-11
一个绝对的黑色物体吸收所有波长的光

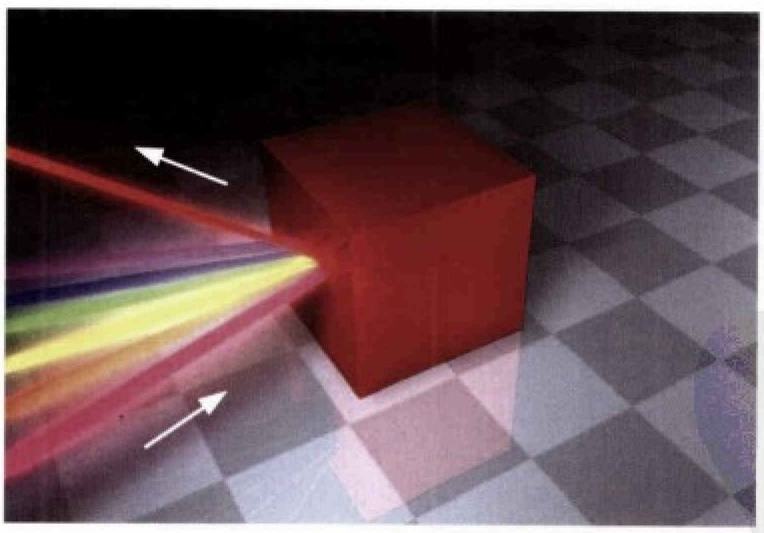


图1-12
一个红色物体反射红光，吸收其他波长的光

物体的表面性质能够影响光线的反射、透射和吸收。外部因素如光源和人眼的差异对物体光谱数据没有作用。

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

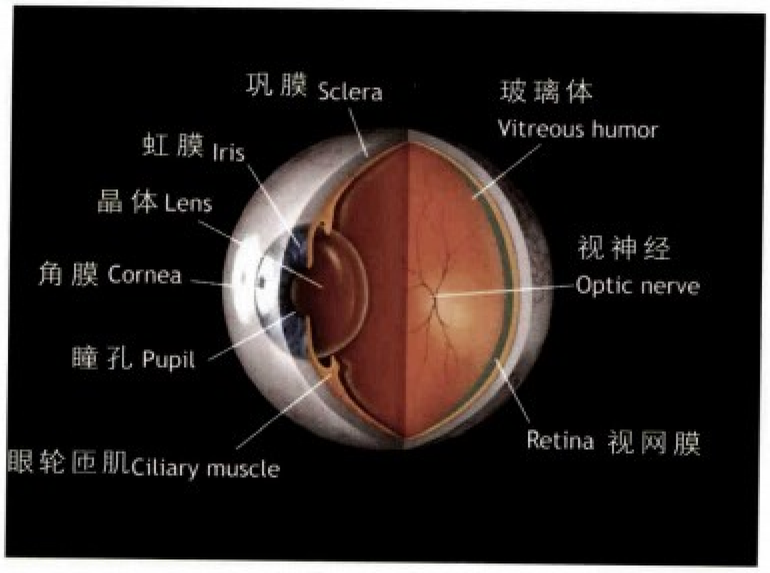


图1-13
眼睛视网膜包含三种感知颜色的锥体细胞，并含有对光线强弱敏感的杆状细胞

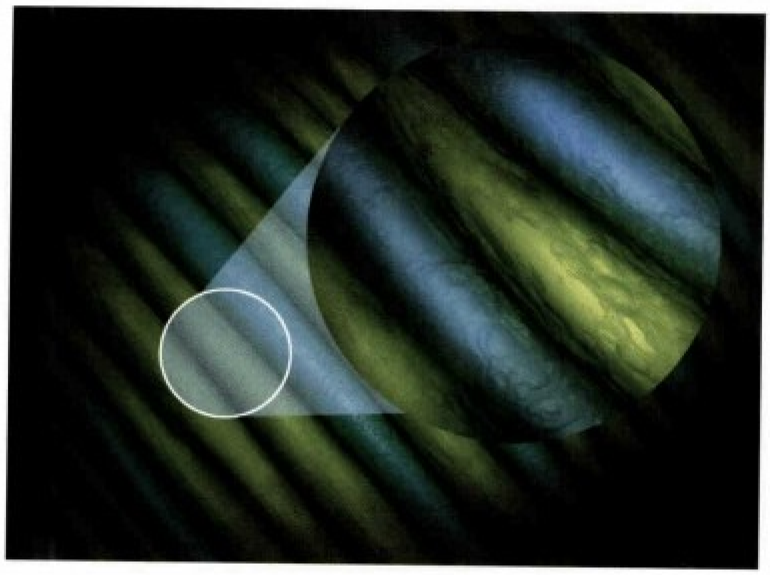


图1-14
视网膜中的锥状细胞（青色）少于杆状细胞（绿色）

视觉 Perception

无论是散射、透射或反射出的光线到达眼睛，都将被视网膜上的感觉细胞所接收，这些细胞称为视杆细胞和视锥细胞（图1-13和图1-14）。视杆细胞可感知颜色的明亮度，即到达眼睛光线的强度。视锥细胞可感知色彩即颜色。前文谈到人眼包含三种不同的视锥细胞，每种细胞相应地感觉光的波长大致分别为红色、绿色和蓝色。不同波长的光对不同的视锥细胞刺激强度不同，视锥细胞将信号传入大脑，大脑把信号转变为颜色感觉（图1-15）。

要明确的关键点是眼睛观察到的波形是颜色的指纹。[1] 指纹由物体反射光波长光谱数据准确表达。光谱反射曲线是参考反射光的比例和波长分布而描绘出的曲线（图1-9）。因此，在图1-2中苹果本身不是红的，我们看到的颜色只表示了反射光波长，它被我们的眼睛识别并在脑子中留下了红色的记忆(表1-2)。

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注



图1-15
大脑中色觉的产生

表1-2 颜色感觉的心理生理本质	
感觉模式	心理生理本质
物理的	光的波长
心理物理的	眼睛对光波长的感觉
心理的	大脑对光波长的解释

颜色复制 Color Reproduction

与人眼通过介质感觉到发射光、反射光和穿透光而感知颜色的原理一样（参考三刺激值），颜色可采用三维色彩模型的方式复制。依据产生的方式，颜色的表现也将不同。

三刺激值：描述物体的颜色如何让观察者感受的性质，或颜色数据如何在电脑监视器和打印机上替代参数／数据复制出来。

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

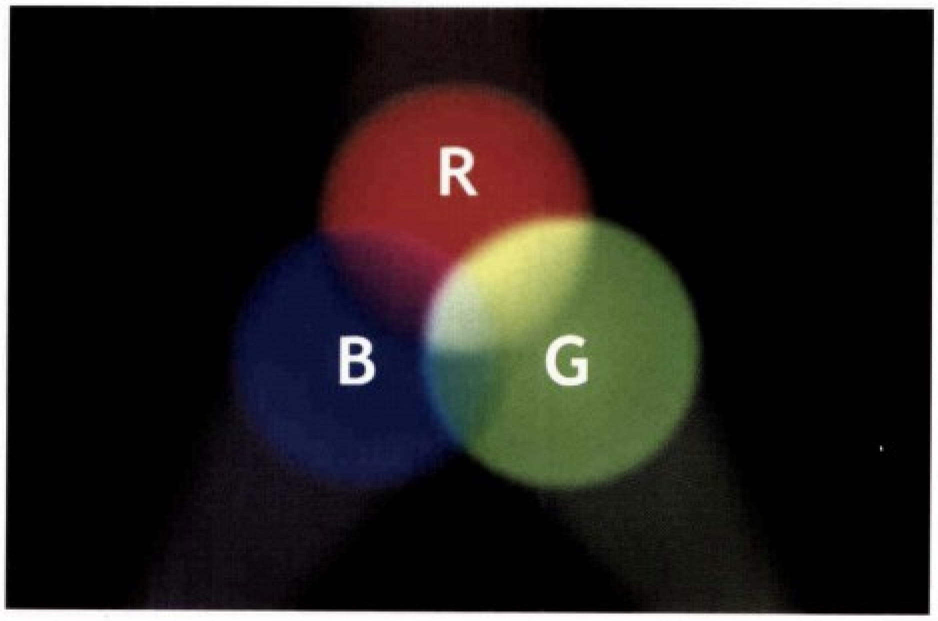


图1-16
当红、绿和蓝光混合时产生了白光

发射媒体：RGB颜色模型 Emissive media：RGB color model

电子媒体如电脑监视器和电视通过发射有红、绿和蓝（RGB）光混合的光波刺激人眼中的视锥细胞而产生视觉。这种媒体能产生几乎包含所有可见光波范围颜色的光谱。理论上说，如果RGB光波混合将能够产生白光（图1-16）。基于这一原因，红、绿和蓝被称作加色三原色：在黑色背景中，添加适当数量的RGB光波可产生各种颜色。

采集被发射媒体复制影像的过程（例如利用数码相机拍照图片）与人眼识别颜色的过程相似。数码相机采集微小像素的红、绿和蓝光，将其按不同的强度混合产生各种颜色。根据这一说法我们得出非常重要的一点，数码相机可能会与人眼一样产生主观数据，并不总是能获得精确的牙齿比色结果（见第4章）。

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

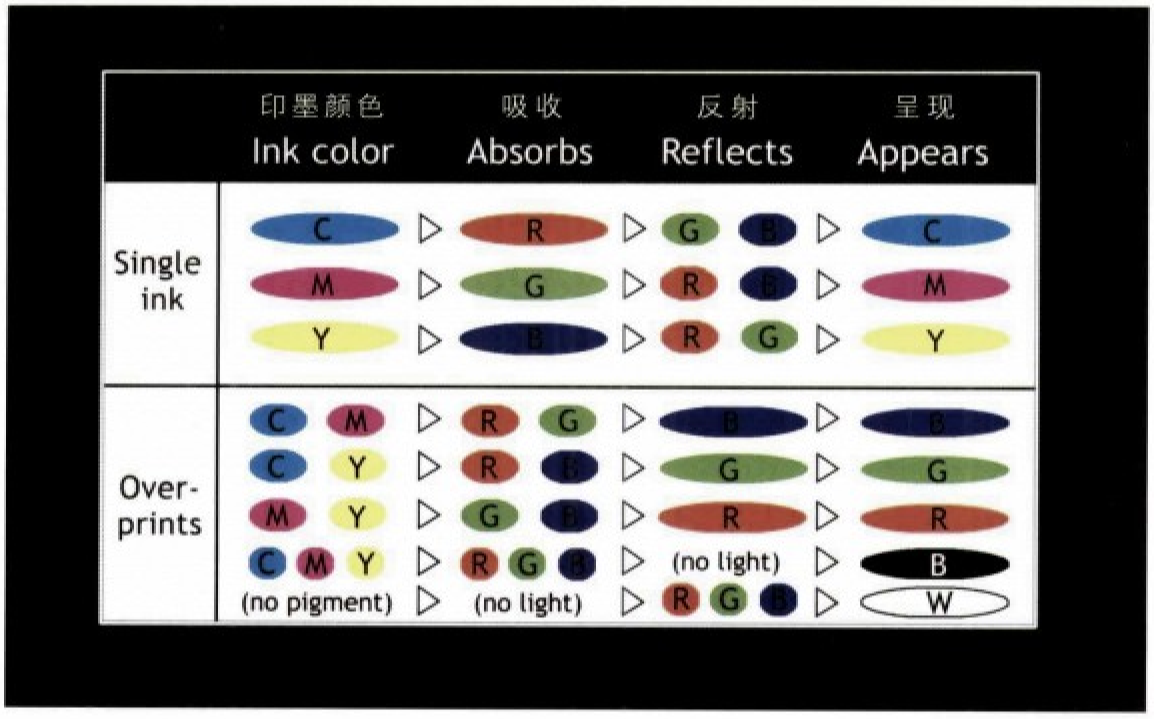


图1-17

减色三原色。当一种加色原色被吸收其他两种原色被反射时，就形成了减色原色。例如当加色原色之一的红色被吸收时，其他两种加色原色绿和蓝色被反射就形成了青色

反射和透射媒体：CMY(K)颜色模型

Reflective and transmissive media：CMY(K)color model

诸如印刷资料和照片等是反射媒体，而像幻灯片和透明体等是透射媒体，因为它们分别通过前面叙述的表面反射光和透射光被识别。对于反射和半反射介质，颜色的产生是由材料的色彩吸收性质决定的，如墨水和染料。这些材料能吸收一些波长的光波并反射／发射另一些光波而产生特定的颜色。这种颜色系统的主要色调是通过吸收 RGB 光波波长其中之一并反射／发射其他光波而产生，称作青、紫红和黄色（CMY）。红色被吸收，绿和蓝色被反射时产生青色；绿色被吸收，红和蓝色被反射时产生紫红色；蓝色被吸收，红和绿色被反射时产生黄色。缺乏或减少这三种颜色就意味着没有光波被吸收，即其他各种波长的光均可被反射／发射，结果产生了白色。因此，青、紫红和黄色被称为减色三原色：通过减少（吸收）一定数量的 RGB 光波长形成的颜色（图 1-17）。

相反，三种颜色（CMY）都存在时，导致所有光波被吸收而没有反射／发射光，即形成黑色。尽管在摄影印刷术中使用 CMY 染料这种现象可以真实发生，但三种颜色的印刷墨水由于其本身并非理想色，实际上将混合出深棕色。因此黑色[black 用 K 表示，以区别蓝色(B)]墨水经常用来增加颜色的深度并产生更好的遮蔽密度，这就是为什么全色打印机通常使用 CMYK 四色墨盒的原因[11]（图 1-18）。

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

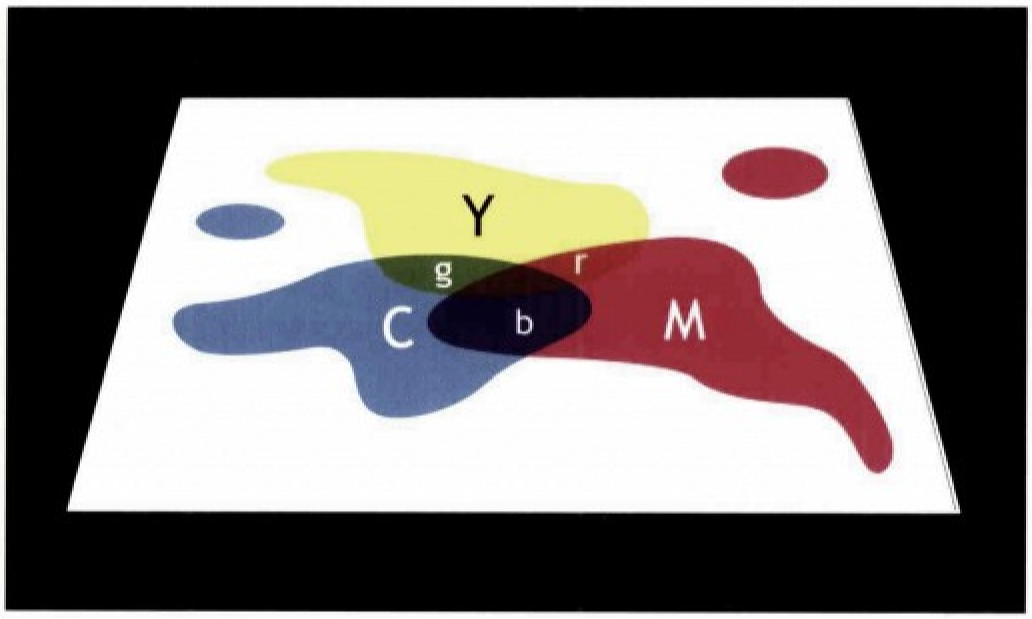


图1-18
用于彩色印刷的减色原色

牙科色彩学 Color in Dentistry

当理解了颜色感知和复制的过程后，我们将它用于牙科，特别是在比色技术方面。重要概念包括颜料色彩（类似于前述的减色原理）和比色时必须考虑的颜色空间。

颜料颜色 Pigment colors

颜料颜色是物体的本质色彩，由于这些颜色通过光的透射和反射被观察到，其实，这与前面论述的用于在反射和透射媒体中的减色原理颜色复制相同。牙科领域中理解颜料颜色非常重要，因为它是修复材料固有的（如陶瓷、复合树脂和丙烯酸树脂）。所以，了解初级色、次级色和补色是取得精确、美观配色的关键因素（表1-3）。

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

表 1-3 颜料颜色

初级色（原色）	次级色／补色
红	绿
黄	紫
蓝	橙



图1-19
颜料颜色直接与减色原色相关，但通常用红、黄和蓝代表颜料的初级色



图1-20
颜料次级色（橙、绿和紫色）由两种初级色混合而成

初级色（红，黄，蓝）

颜料的初级色与减色三原色非常相似，但它们分别是指红、黄和蓝色，而不是紫红、黄和靛色（图1-19）。与减色三原色一样，当RGB光波长其中之一被吸收时即可被观察到：当绿色被吸收时，观察到红色；蓝色吸收为黄色；红色吸收为蓝色。

次级色（橙，绿，紫）

两种初级色结合形成次级色：红与黄结合产生橙色；黄与蓝结合产生绿色；绿与红结合产生紫色（图1-20）。

补色

补色之所以被称为“补色”是因为其互补颜色结合在一起能获得很好的色彩效果。这些色彩经常在广告画中配对出现（图1-21）。补色的特性是当把两种互补色等量混合时，将形成灰色，即吸收和反射／透射同等数量的各种光波(图1-22)。互补色的颜料对是蓝／橙色、红／绿色和黄／紫色。

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

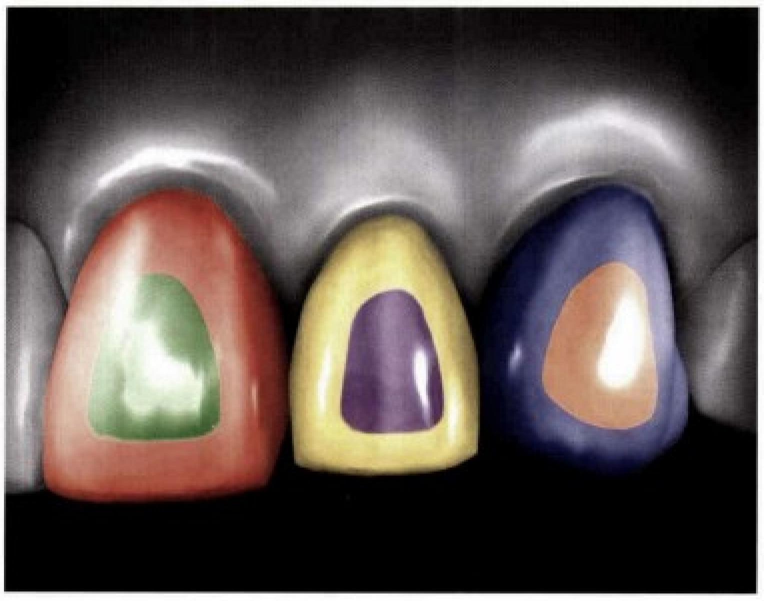


图1-21
互补色：红／绿，黄／紫，蓝／橙色



图1-22
当互补色相互混合时，它们互相中和形成灰色。这一现象在临床上尤为实用，因为使用互补色混合可用来降低修复体过高的亮度

补色的加法原理可用于改变修复体的明度。例如如果需要降低修复体的明度，加入修复体的补色使色彩变得更灰，因而降低了明度（如A3色含有橘红色调，因此加入蓝色可降低其明度）。

颜色空间 Dimensions of color

像自然牙和需要配色的修复体一样，颜色的确是多维空间的。在20世纪初，孟塞尔（Albert H.Munsell）教授就注意到每种颜色对应于其他所有颜色是有逻辑关系的。[12] 于是他建立了一种能够精确描述每一种颜色的逻辑系统，用于准确地进行颜色交流。这种“颜色轮”包括色调（hue），明度（value）和彩度（chroma）三维空间(图1-23和图1-24，表1-4)。在孟塞尔三维颜色分析系统之外，还应该加上透明度空间，透明度或许是寻求美观修复最关键的因素。四种空间定义如下：

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

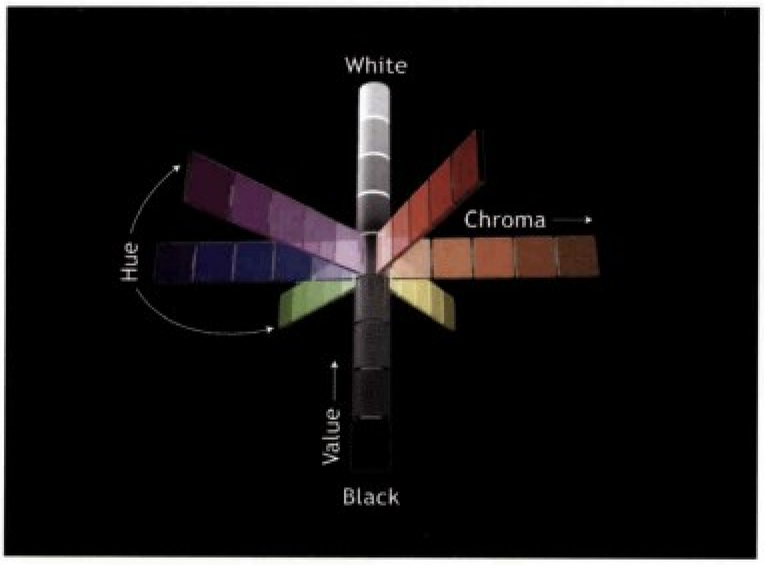


图1-23
孟塞尔颜色环。颜色用色调、明度和饱和度描述

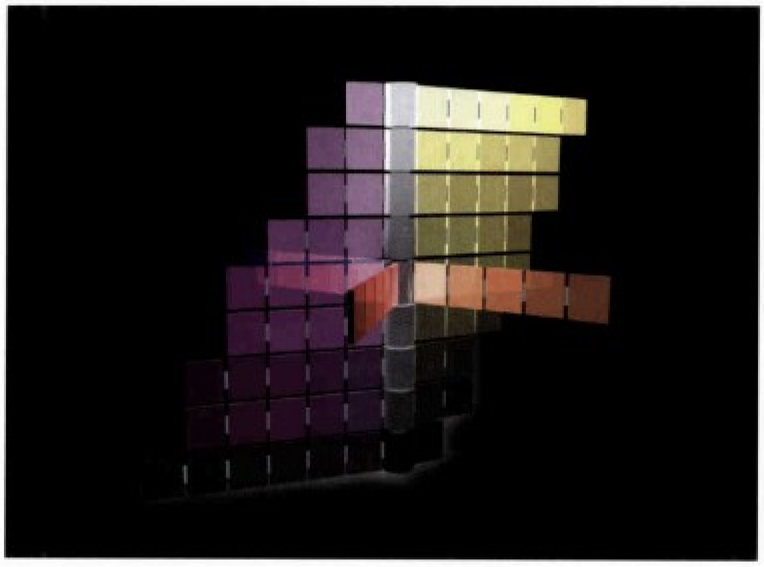


图1-24
三维空间孟塞尔颜色环。颜色环的形状向红紫方向倾斜，因为人眼视觉系统对这些颜色更敏感

表1-4　颜色空间术语

名词	色空间
Hue色调	色彩，色调
Chroma饱和度	颜色饱和程度/色彩的纯度
Value明度	相对明暗程度/色彩的明亮度

- 色调：是色彩的同义词。用于描述牙齿或牙体修复物的颜色（如红、蓝或黄色）。
- 明度：色彩相对明亮或暗的程度。反射光越多，明度值越高。明度分级从纯黑色最低值“0”到纯白色最高值“10”。
- 饱和度：色彩的强度或饱和程度和纯度。某种特定色彩波长的光反射的越多（相对于其他波长的色彩），这种色彩的饱和度就越高即色彩更深更纯。
- 透明性：相对于吸收或反射而言，透明性是指光线穿透的程度。最高的穿透率就是透明体即所有光线均可穿透，而最低的穿透率是不透明体即所有光线均被反射或吸收。自然牙的切端是透明的，精确确定透明度是美观修复体成功的关键（图1-25和图1-26）。不良的透明度会极大的影响修复体的自然特征。尽管目前临床尚无测量透明度的装置，但技师已能使用测量仪测量穿透修复体或比色板的光量。

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注



图1-25
上颌中切牙切端透明并带有青色



图1-26
上颌中切牙由于增龄变化产生的带有青-橘色的透明切端

技师经过训练通常能够在明度和色调单独出现时分辨它们。然而，当明度和饱和度一起变化时，就比较难分辨了，造成牙冠修复体的明度缺陷。[13]

在用比色板与自然牙比色时，推荐临床医师使用18%灰度卡（用于大多数图片印刷的校对）作为背景，以减少周围环境对比色的影响，并获得更精确的饱和度与明度的比色效果（见第5章）。

摘要 Summary

- 对颜色的观察存在个体差异。
- 用基本原色红、绿和蓝可以非常接近地模仿出各种颜色。
- 当试图改变一种颜色时，控制和了解颜色的成分很关键。
- 蒙赛尔将颜色空间定义为色调、明度和饱和度。然而在牙科领域，透明度同等重要。

（郭 航 译）

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

参考文献 References

1. A Guide to Understanding Color Communication. Grandville, MI: X-Rite, 2002.
2. Hunter RS, Harold RW. The Measurement of Appearance. New York: Wiley, 1987:3-68.
3. Judd DB, Wyszecki G. Color in Business, Science and Industry, ed 3. New York: Wiley, 1975.
4. Kuehni RG, Marcus RT. An experiment in visual scaling of small color differences. Color Res Appl 1979;4:83-91.
5. Chu SJ. The science of color and shade selection in aesthetic dentistry. Dent Today 2002;21(9): 86-89.
6. Berns RF. Billmeyer and Saltzman's Principles of Color Technology, ed 3. New York: Wiley, 2000:75-104.
7. Commission Internationale de l'Eclairage. Colorimetry, Official Recommendations of the International Commission on Illumination [Publication CIE No. 15 (E-1.3.1)]. Paris: Bureau Central de la CIE, 1971.
8. Miller L. Organizing color in dentistry. J Am Dent Assoc 1987;115(special issue):26E-C40E.
9. Wyszecki G, Stiles WS. Color Science Concepts and Methods, Quantitative Data and Formulae, ed 2. New York: Wiley, 1982:83-116.
10. Bunting F. The ColorShop Color Primer. Available at: http://www.xrite.com/documents/mktg/ColorPrimer.pdf. Accessed 18 September 2003.
11. Miller MD, Zaucha R. Color and tones. In: The Color Mac: Design Production Techniques. Carmel, IN: Hayden, 1992:23-39.
12. Munsell AH. A Grammar of Color. New York: Van Nostrand Dreinhold, 1969.
13. Chu SJ. Precision shade technology: Contemporary strategies in shade selection. Pract Proced Aesthet Dent 2002;14:79-83.

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

2 影响颜色的因素

Elements Affecting Color

本章内容：

- 照明 /20
  Illumination and clinical lighting conditions
- 对比效应 /30
  Contrast effects and optical illusions
- 观察者的相关影响 /38
  Impact of viewer's physical and mental state on color perception
- 修复材料的选择 /43
  Importance of restorative material selection



公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注



图2-1
过亮的照明环境造成准确比色所需的细节丢失



图2-2
照明不足导致比色困难

很多因素会影响到人对色彩的感知。例如，大海的颜色不能被简单的概括为蓝色。由于在不同水平的相对明度和亮度的情况下色调会发生变化，夜晚海的颜色和白天是不同的。周围的景物，比如天空、沙滩和植物，会通过对比效应影响人对于水的颜色的感知。此外，即使在相同的情况下不同的观察者也可能认为海的颜色是不同的。在口腔操作的比色过程中也有同样的规律。光线条件、环境、观察者都在对色彩的感知和评定中扮演重要的角色。[1]

照明 Illumination

如果没有合适的照明，色彩将难以被准确的感知和评定。正确的评定色彩不仅需要足够的光线（图2-1和图2-2），合适质量的光线也非常重要。这要通过使用适当的照明和光强度来实现。然而，即使很好的控制了这些变化，临床工作中光线和比色的相关内容仍必须得到足够的重视。

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注



图2-3
在牙科操作中曝光表可以帮助我们获得适宜的光量(150～200ft烛光)

光强 Light intensity

光的强度是影响瞳孔直径的最常见因素，是准确比色的重要条件[2]。能否准确的辨别被视网膜中央凹所感知的色彩取决于视觉中枢。中央凹位于视网膜的中心，其中包括大量的视锥细胞，视锥细胞是最灵敏的感光细胞，对于色彩的感知能力最强。剩余的大部分被感知信息在大脑视觉皮层“合成”。[3] 因此，当瞳孔扩大到充分暴露中央凹中的视锥细胞的情况下人眼对于色彩的感知最为准确。此时的光强通过曝光表测量应为150～200ft烛光（图2-3）。

保持光强在150～200ft烛光（用曝光表测量）为准确分析和选择色彩提供便利条件。

标准照明体 Standard illuminants

照明的类型对于色彩的感知有着显著的影响。国际照明委员会（Commission Internationale de l'Éclairage，CIE）于1931年基于不同照明对于色彩的影响制定了照明的分类体系。这一体系被颜料、墨水等产品的生产厂家用于指定和交流它们产品的颜色。[4] 在委员会的报告中，CIE指定了三种标准照明即A、B、C，后来又添加了标准照明体D和一个假定的标准照明体E，以及非官方的一系列荧光（F）。以下是标准照明体A到标准照明体F的简要介绍。[5]

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注



图2-4
标准照明体A代表白炽灯在约2856K色温发出的光

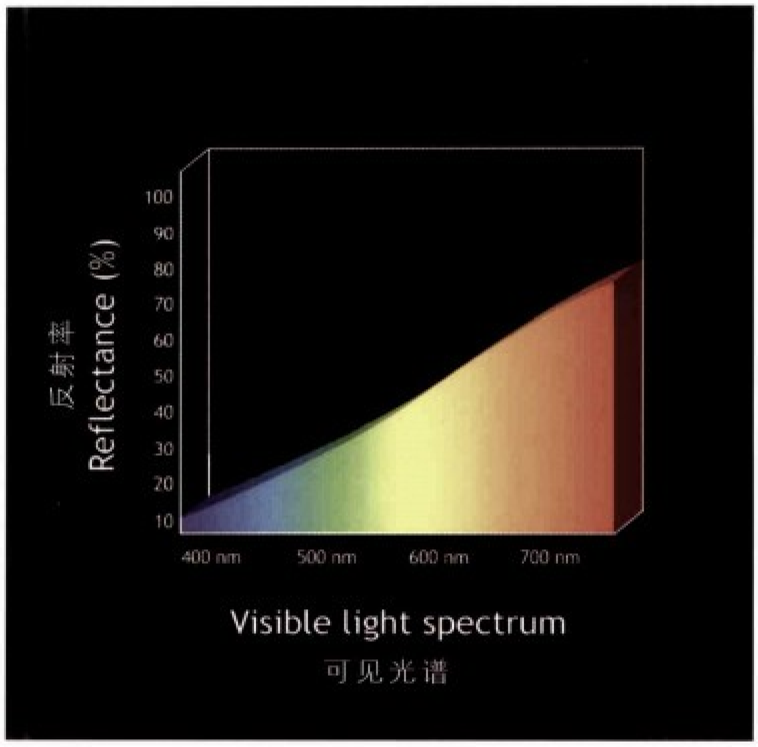


图2-5
标准照明体A的反射光谱曲线

- A：被校准至2856K色温产生淡黄-红色光的钨丝灯光源（图2-4和图2-5）。通常用于模仿白炽灯发光条件（例如家用灯泡）。
- B：带液体滤光器的钨丝灯发出色温约为4874K（图2-6）的光源，用于模拟直射日光。现已少用。
- C：带液体滤光器的钨丝灯发出色温约为6774K（图2-7）的光源，用于模拟间接日光。因为间接日光被认为是常见的观察条件而被用于很多领域。然而，标准照明体C并不是一个完美的模仿日光的光源，因为它并不包含足够的紫外光（模拟荧光时会需要）。
- D：一系列用色温表测得的表现不同日光条件的照明体。标准照明体D_{50}和标准照明体D_{65}（因为两者的色温分别被校准为5000K和6500K）会形成略带青色的日光反射，通常被绘图艺术领域用做标准照明（图2-8）。标准照明体D_{65}十分接近标准照明体C，它能够更好地模拟间接日光，因为它包含紫外线成分可以更好的产生荧光效果。
- E：具有等量各个波长的理论光源。该放光体并不存在，但是研究色彩理论的有用工具。

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

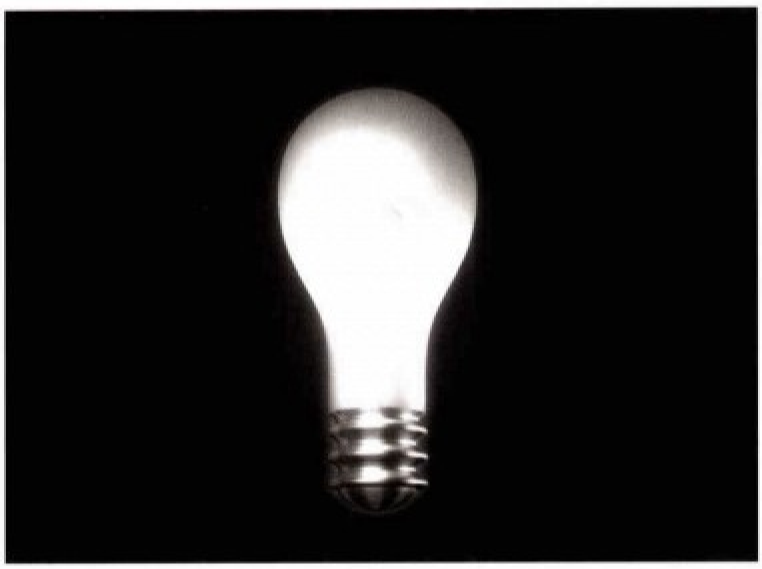


图2-6
标准照明体B代表色温约为4874K的直射日光

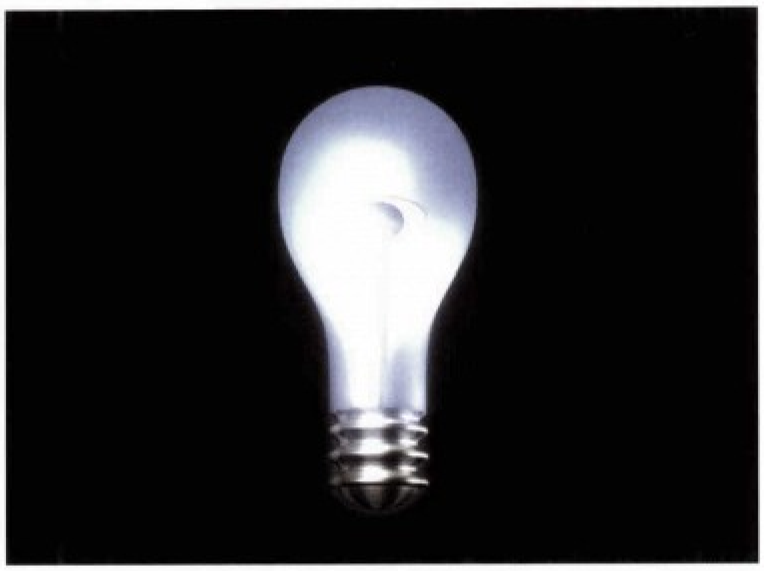
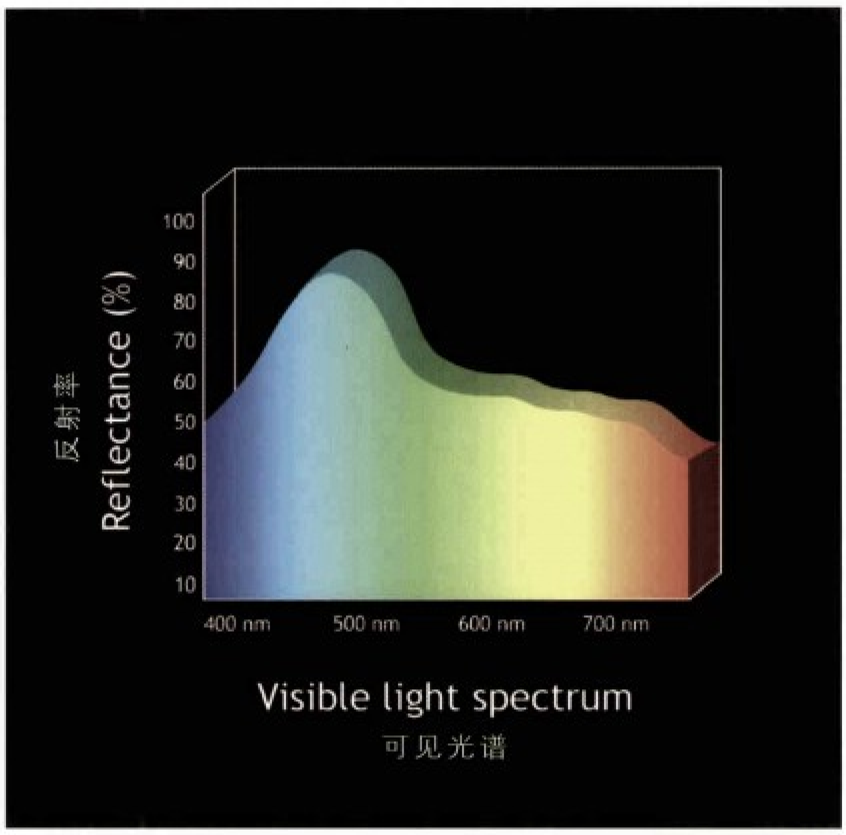


图2-7
标准照明体C代表色温约为6774K的间接日光

图2-8
准照明体D_{50}的分光反射光谱，代表略带青色的日光



- F：一系列荧光光源。因为荧光的光谱曲线具有尖锐的波峰而难以用色温进行定义，所以它们并不是官方认定的标准照明体。然而，现今荧光的应用越来越普遍，国际照明委员会推荐了可靠的评定荧光环境下色彩的光源。

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

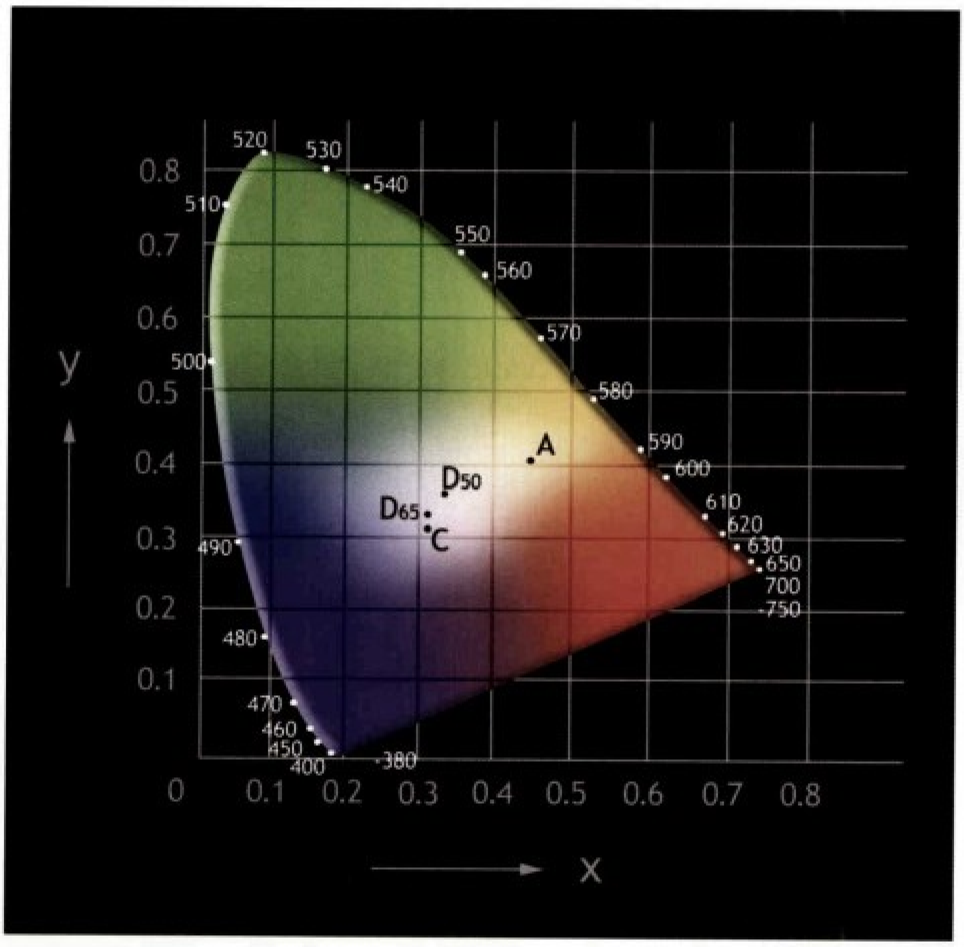


图2-9

包括标准照明体A、C、D_{50}和D_{65}的彩度图表。显示了人眼视锥细胞可以感知的色彩的分布，CIE色彩是X、Y轴。泪滴状的色彩分布图显示，相对于黄色和绿色，视锥细胞对于紫色和红色更敏感

这些标准照明体被表现为光谱数据之类的色彩数值（图2-9）。在光谱中一个光源的发射光和物体的反射光光谱数据是没有区别的。不同种类光源的色调、饱和度和明度可以通过检测它们的相对能量分布来进行识别，比如通过光谱曲线（图2-10～图2-13）

进行比色时，临床上应该使用标准照明体D_{50}，因其所提供的照明最接近自然日光的照明量和质，为选择正确的色彩提供了最好的条件。

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

图2-10

光源反射光谱波长曲线上波峰的位置决定其色调。注意红色波长范围的波峰代表鲜红色光，绿色波长范围的波峰代表深绿色光

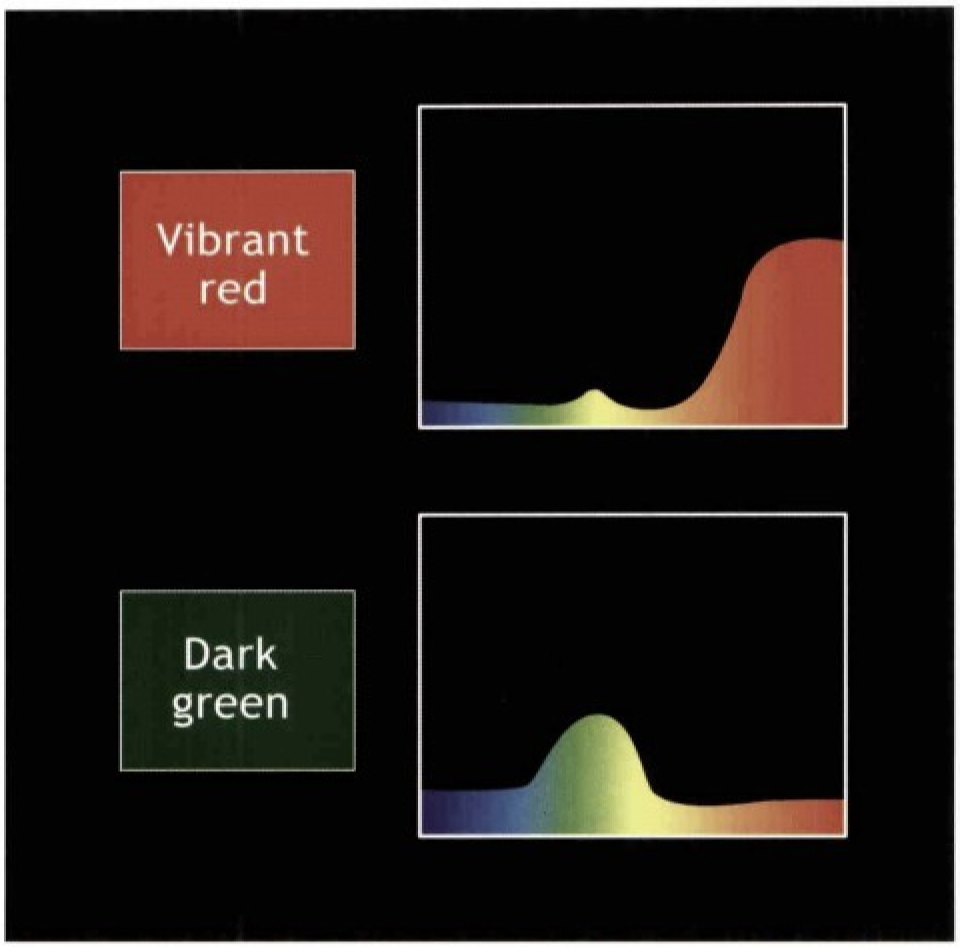
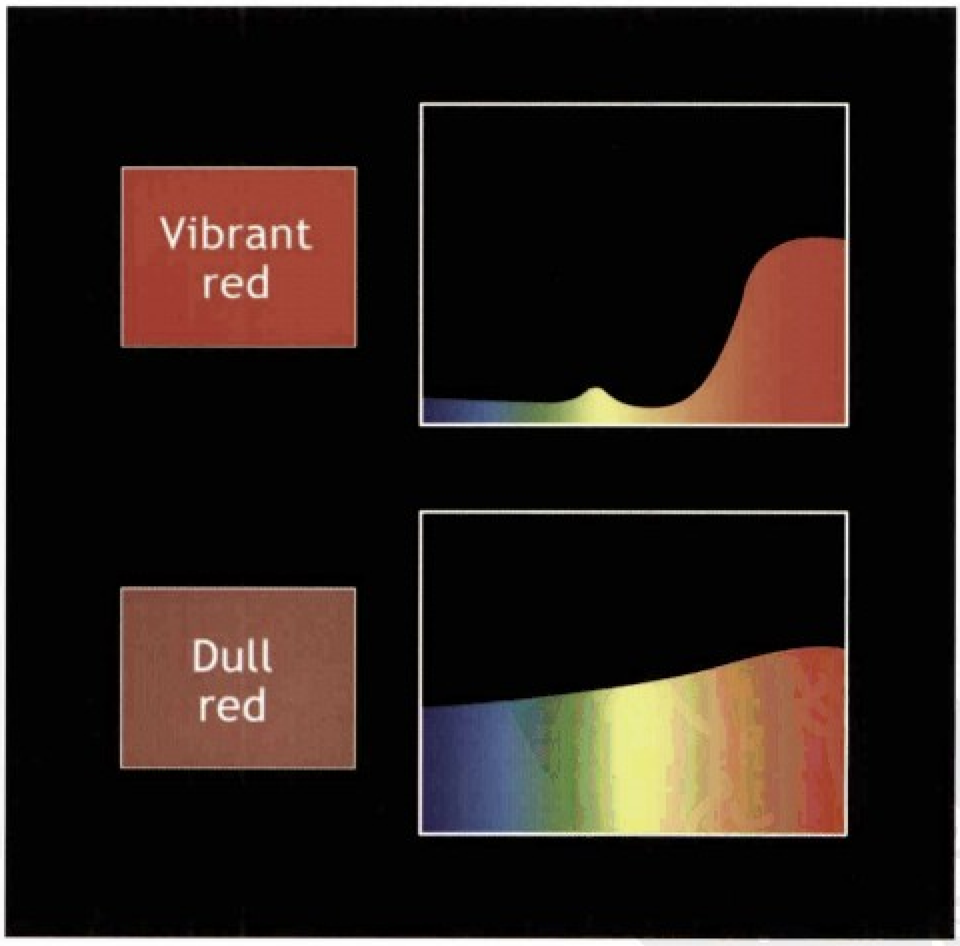


图2-11

曲线的纯度或者曲线形状的独特性决定了光的饱和度。曲线形状越均匀，光的饱和度越低



公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

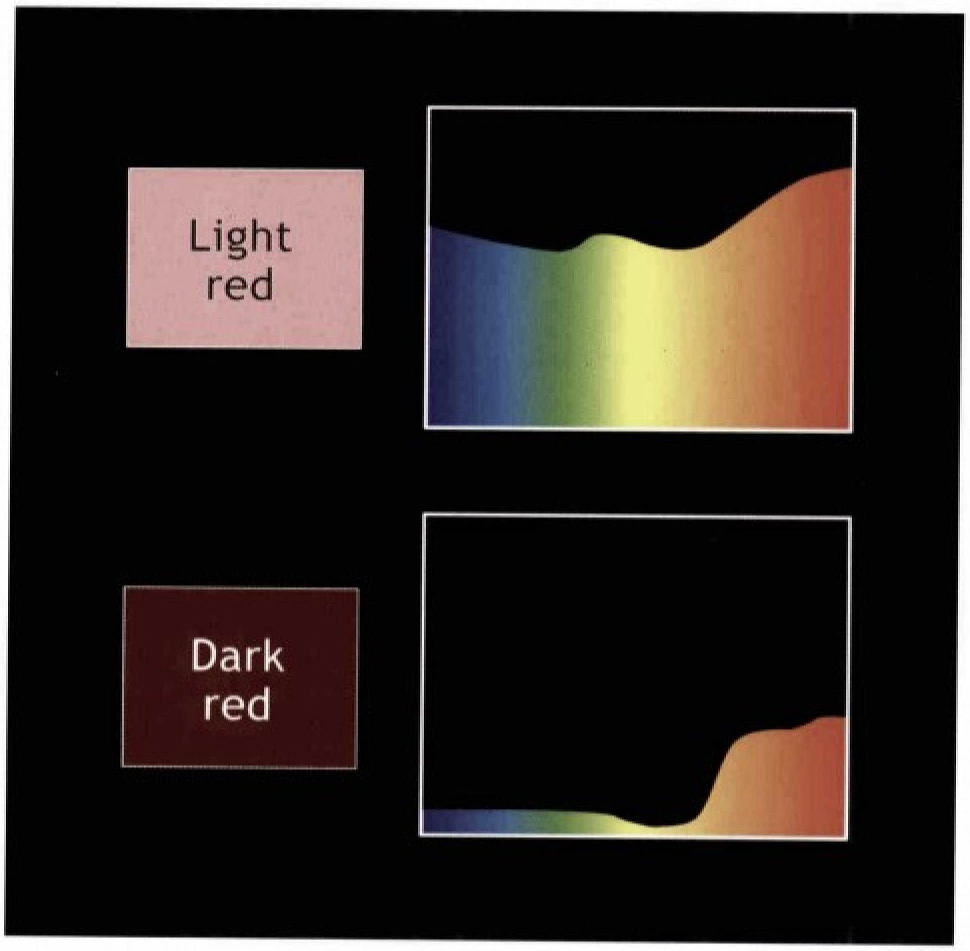


图2-12
曲线上波的振幅，或者说高度，决定了光的明度。曲线越高，明度越大（光越明亮）

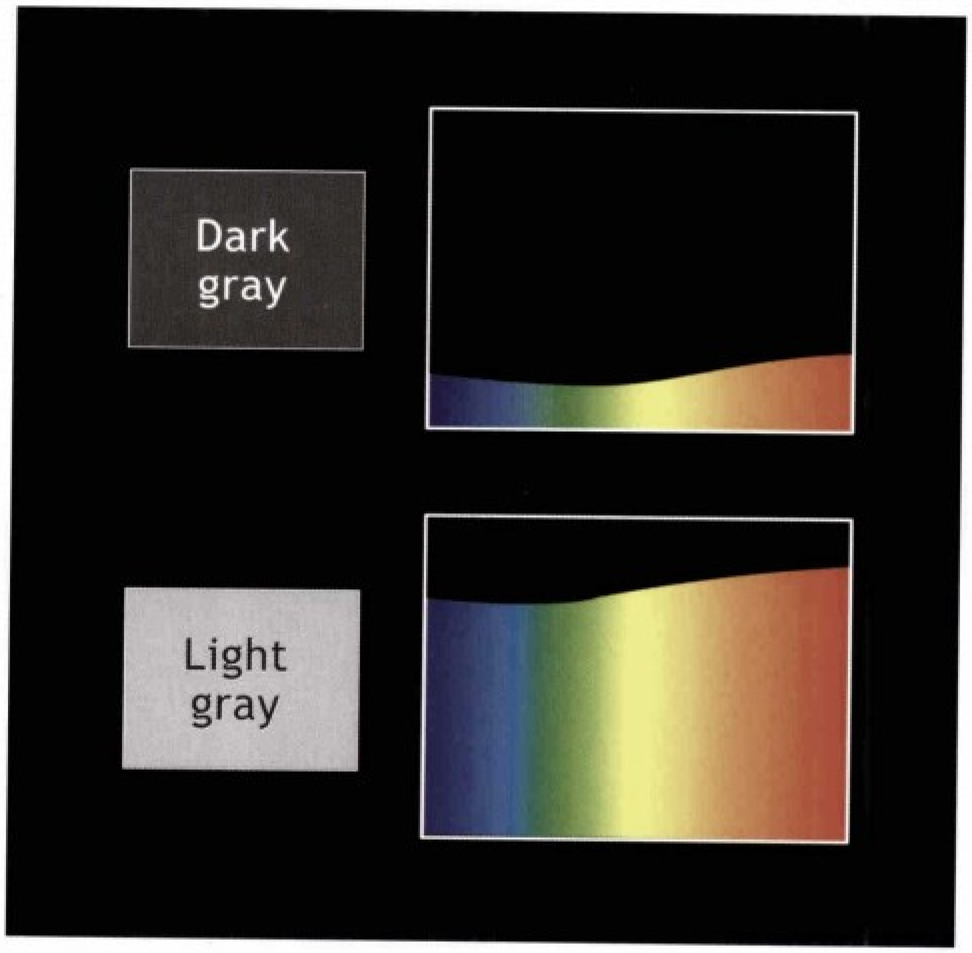


图2-13
这些平缓的光谱曲线表示低饱和度和以缺乏特定色调为特征的灰色光。振幅的不同决定了灰色光是低明度（黑暗）还是高明度（明亮）

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注



图2-14
色温表，可以测量光的质。牙科操作的合适色温约为5500K

临床照明问题 Clinical lighting challenges

牙科专业人士长期以来在评价牙齿色度时依赖所谓的校色光源，但使用这些特殊设计的光源也并不能完全保证比色的正确。[2] 接下来将讨论的造成这个结果的原因包括两部分：光干扰和同色异谱。

光干扰

牙科操作中难免光干扰。牙科操作的光线来自窗外射入的日光，并混合走廊里的荧光灯和诊室中的颜色校正灯。牙科医师就是在这些光线的冲突中分析牙齿并为其比色的。以下的技巧[6] 可以在这个过程中起到帮助作用。

- 如果医师或者技师使用自然光，那么最好是在晴天的上午10时或者下午2时进行比色。这时的光线色温是理想的5500K。
- 当只有人造光即没有自然光的情况下，应安装使用5500K的颜色校正灯管（标准照明体D_{50}）。
- 应该定期用色温表检测比色工作区（诊室或手术室）的光线色温是否为5500K（图2-14）。
- 灯管和反光罩上的灰尘和污迹应该定期清除，因为灰尘的存在会影响光的质和量。

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注



图2-15

未使用合适的光照明对于色彩感知的影响。a：白炽灯（2856K）；b：荧光灯（4000K）；c：校正色彩灯（5500K）



图2-16

晴天日光下的瓷牙（色温约5200～5500K；标准照明体D_{50}）



图2-17

钨丝灯下图2-16中的瓷牙（色温约2856K；标准照明体A）

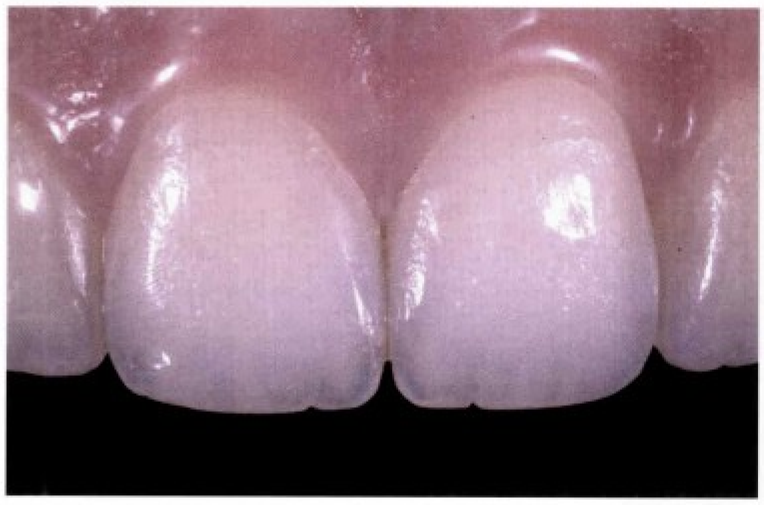


图2-18

荧光灯下图2-16、图2-17中的瓷牙（色温约4000K；标准照明体F）

同色异谱现象

校色光源是被设计用以模拟阳光产生的可见光的波长和相对光量的。然而，一个人的微笑可能在各种光线条件下被看见，这些条件下修复体可能呈现完全不同的色调、明度和饱和度（图2-15～图2-18）。同修复体一样，传统比色板在不同的照明条件下表现也不同，导致了比色的困难。

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

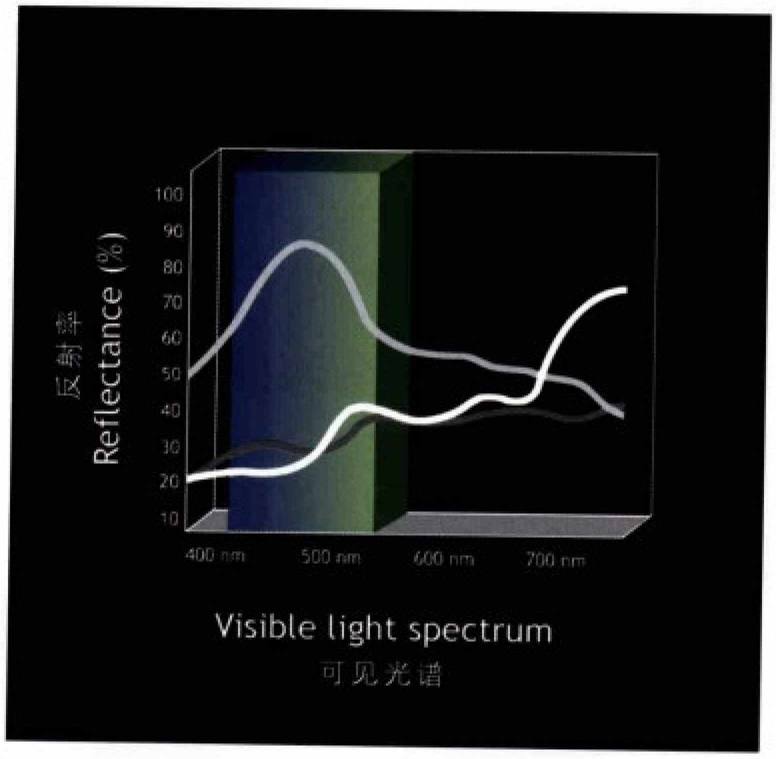


图2-19
灰线是接近日光条件的光源的光谱曲线，白线和黑线是两个灰色物体的光谱曲线。请注意两个物体在这样的光线条件下是基本一致的（两条曲线在500nm左右是重合的）

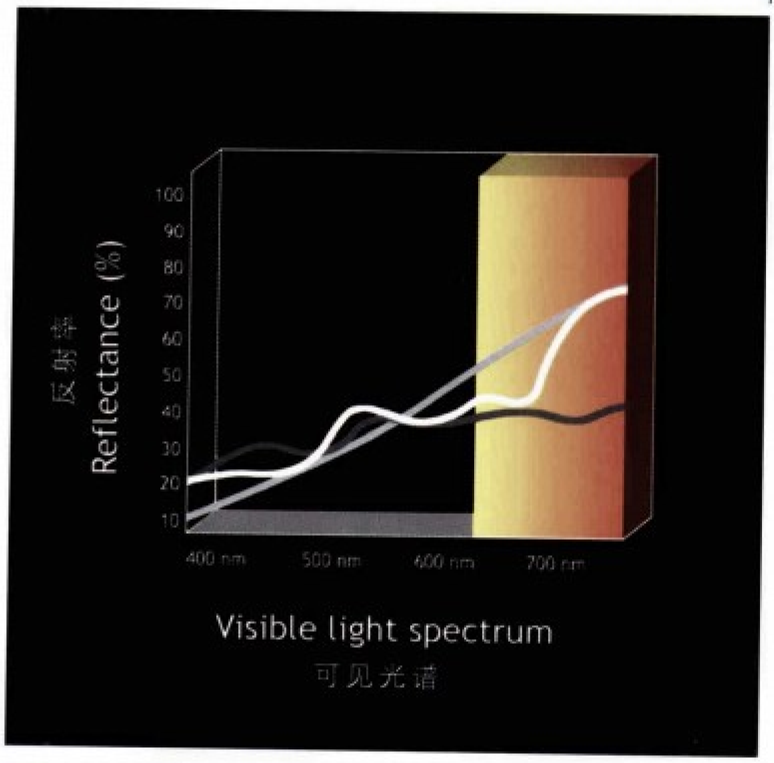


图2-20
灰线是暖色白炽灯的光谱曲线，白线和黑线是和图2-19中同样的两个灰色物体。请注意在这样的照明条件下两个物体看上去不再一致了（发生了同色异谱现象），两条曲线在700nm处明显的分开了

两个物体在一种光线下表现出一致的颜色，而在另一种光线下颜色不同的现象被称为同色异谱现象。这一现象在某些领域被称为“夹克和裤子问题”——在服装店的荧光灯下看起来非常搭配的衣服在自然光下就变得难看了。这两个物体被称为“同色异谱对”。在牙科领域，同色异谱现象发生在下面的情况：当一个牙冠在白炽灯下和天然牙看起来协调了，但当在校正颜色灯或者荧光灯下看时牙冠又和天然牙列不一致了。这在临床上是时有发生的，而且由于问题非常明显经常导致患者复诊时不满，浪费临床时间。然而，避免同色异谱的惟一有效办法就是获得一致的光谱曲线。一对有颜色的物体如果具有相同的光谱曲线，那么在任何光线下它们看起来都是一样的颜色。现在牙科中的先进技术大大增加了取得光谱曲线吻合的几率（详见第4章）。而一对光谱曲线不一致的有色物体在不同的光线下看起来可能一样也可能不一样（图2-19和图2-20）。

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注



图2-21
一颗左上中切牙全冠在校色光源下的临床表现(光强:175ft烛光;色温:5500K)

图2—22
图 2-21 中的全冠在荧光灯下的表现。请注意在这种光线下全冠的颜色与天然牙更一致

图2-23
图2-21和图2-22中的全冠在白炽灯下的表现。在这种光线下全冠与周围天然牙的一致性最小

尽管一些产品试图通过使材料像变色龙一样呈现周围环境的色彩来避免同色异谱现象，但同色异谱现象始终是牙科治疗中必须面对的一个问题（图 2-21～图 2-23）。同色异谱现象使比色变得更加复杂，而且基本上只能发现和解释它的发生，在所有变量一定的情况下，通常没有解决的办法。因此，临床医师必须向病人说明修复体可能在某些情况下看起来并不像在其他环境下那么理想，这不是由于失误造成的，而是难以避免的。[7]

为了避免同色异谱，医师应在不同的光线下进行比色和确认。尽管如此，因为从某种程度上说同色异谱是无法避免的，临床医师应向病人说明修复体的颜色在不同光线下发生轻微的变化是正常的。

对比效应 Contrast Effects

对比是一种视觉现象，可以明显改变人对色彩的感知，但同样也能为我们提供清晰、简明和客观评价色彩的能力。除非观察者对于这些现象有所准备，否则它们造成的视觉幻觉将导致色彩分辨困难。下面将介绍不同种类的对比效应，并将其总结为表 2-1。

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

表 2-1 对比效应的临床特征

对比效应	临床影响	临床应用
明度	与周围环境有关，例如皮肤、头发和眼睛的颜色以及邻近牙列和牙周组织的明度。相对较暗的环境使牙齿看起来更亮，瑕疵则变得不明显，反之亦然	为牙颌面部具有较亮色调的病人选择相对较亮的色型，为色泽较深的选择相对暗色的色型。单纯根据周围牙列的明度进行选择是错误的（例如，如果牙列色暗就选择低明度，牙列色亮就选择高明度）
色调	周围环境或者背景的补色使牙齿看起来更明显	比色时使用淡蓝色或者中性灰（18%）背景卡以消除周围的影响，使眼睛能更好的对补色调进行感知
饱和度	低饱和度的背景会使牙齿颜色看起来更浓。同样，色调、饱和度和牙齿接近的背景会使比色变得困难	使用和牙齿颜色相关的低饱和度背景卡（例如灰色）会使牙齿颜色变得更浓，易于分辨
面积	牙齿越大显得越亮；牙齿越亮显得越大；牙齿越小看起来越暗；牙齿越暗看起来越小	如果修复体看起来太大了，可以考虑将亮度降低半格
空间	内收的牙齿看起来更暗；暗色的牙齿显得更内收；外突的牙齿看起来更亮；亮色的牙齿显得更外突	内收的牙齿可以制作的亮一点；外突的牙齿可以制作的暗一点。可以考虑正畸治疗、漂白治疗或者传统美学修复
连续性	当快速的从一种颜色看向另一种颜色时，经常会出现残影影响对第二种颜色的感知	在观察不同的色型之间应有短暂间隔，避免残影的影响

同时对比 Simultaneous contrast

同时观察两种颜色时发生同时对比。当大脑同时感受到两种颜色时会试图获得两种颜色间的平衡。此时对于色彩感知的影响有三方面：①周围的相关光线（色彩在明亮的环境中会显得较暗）；②周围的色彩（色彩会倾向于呈现周围色彩的补色）；③周围的相关饱和度（色彩在低饱和度的环境中会显得更浓）。相同的颜色在不同的背景或者不同的光线、色彩、饱和度情况下会表现的不同。这些效应分别被称为明度对比、色调对比和饱和度对比。[8]

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

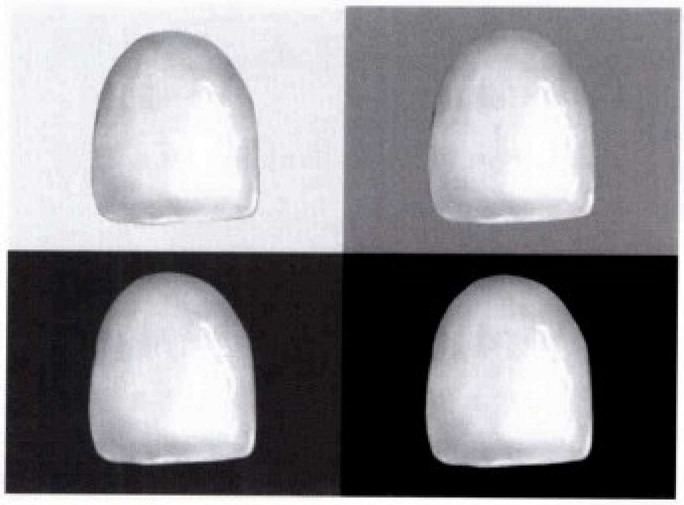


图2-24
明度对比效应。随着背景色的变暗，同一颗牙齿看起来变亮了



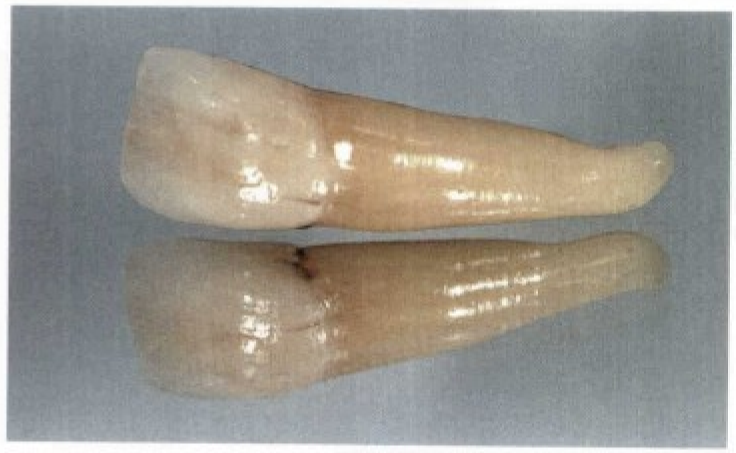


图2-25和2-26
在暗背景中（图2-25）一颗瓷牙看起来比它在明亮背景中（图2-26）要亮

明度对比

视觉对于光线的判断不是独立的，主要是因为物体的相关光线受到背景或者周围环境的光线影响。例如，如果背景是暗的，那么物体会显得明亮。然而，如果同样的物体被放置在明亮一些的背景中，该物体看起来会变暗（图2-24～图2-26）。这个例子说明即使物体反射出来的光线不变，人所感知到的颜色也是有变化的。这是因为视网膜对于光十分敏感，大脑控制视网膜扩展和收缩以适应变化的光强。如果背景比物体暗，视网膜必须适应相对较亮的物体，导致大脑所感知的物体要比单独观看物体更亮。如果背景比物体更亮，就会出现相反的结果。因为人眼从暗到亮的适应速度要比从亮到暗快，所以暗物体在亮背景下的对比效应更明显。

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

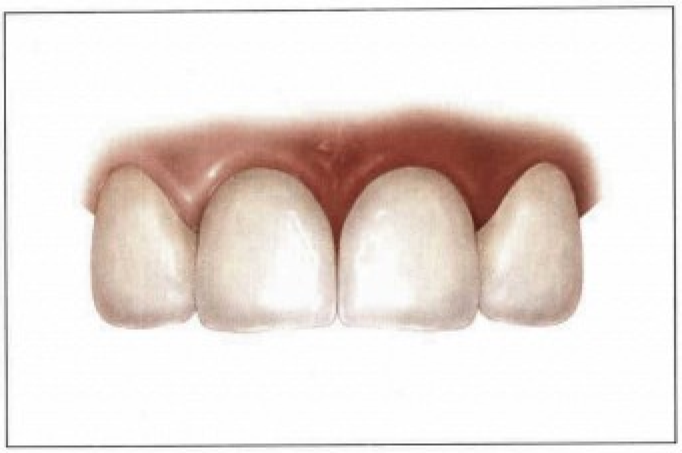


图2-27
当牙龈组织发生严重炎症时明亮度对比效应将会十分明显。低明度的炎症牙龈将会使眼睛在比色时发生错觉，认为牙齿的颜色比它实际的更亮。导致一旦组织痊愈修复体的颜色看起来过暗



图2-28
一个常见的由于牙周病或修复体侵犯了生物学宽度造成的牙龈炎症。为了避免因明度对比效应造成失误，如果牙龈炎症没有治愈不应该进行比色

如果临床中修复体的周围是炎症牙龈组织，即为亮度对比效应的一个例子（图2-27和图2-28）。红色（暗色）的牙龈（背景）干扰了对色彩的感知，使修复体（物体）看起来比实际亮。这样所选择的牙冠颜色可能出现亮度过低（偏暗）。当组织炎症消退后这个错误就会变得十分明显：牙冠看起来比邻牙暗。

为了在牙科修复中避免明度对比效应的影响，应该为周围牙列和软组织色调较亮的病人选择相对较亮的色型，而为牙列和软组织颜色较深的病人选择较暗的色型，因为牙齿在和亮色对比时显得较暗，而在和暗色对比时显得较亮。

色调对比

对色彩的感知会因周围环境的不同或者因为周围的对比色而发生变化。例如，牙齿或修复体会在橙色的背景下呈现淡蓝色而在黄色的背景下略带紫色（图2-29～图2-31）。当同时观看两种颜色的时候，最先感受到的颜色的色调会更接近后看到的颜色的补色。利用这种对比效应，牙科医师可以在比色之前先看补色，然后再观看牙齿的色型。这样会使医师观察牙齿色型更为有效。

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

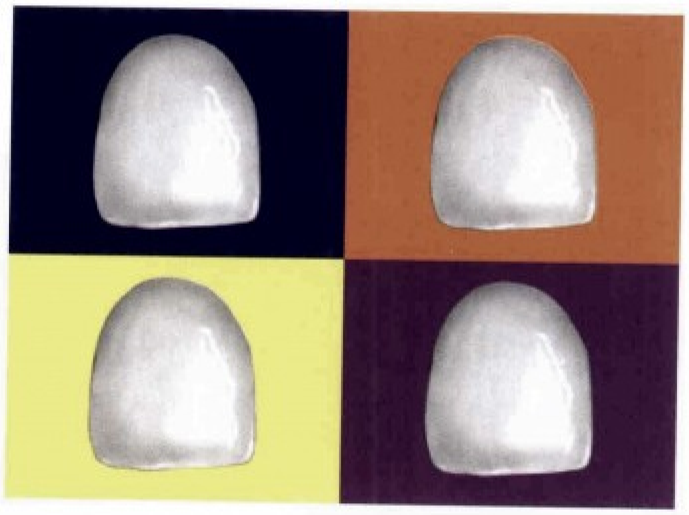


图2-29
色调对比效应。在不同颜色的背景下观察牙齿时，牙的颜色会显得接近背景的补色



图2-30
如果凝视本图时间稍长，就会觉得在黄色的背景下全瓷贴面修复体看起来偏紫色

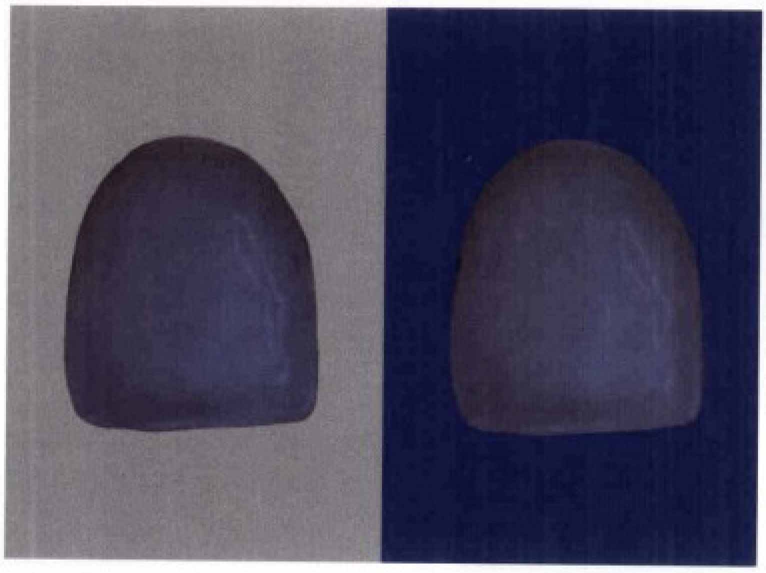


图2-31
图2-30中的贴面在蓝色背景下呈现橙色调

多数牙齿的色调属于橙色系。[7] 为了在观察橙色系时双眼更为犀利，牙科专业人员可以先凝视一块淡蓝色再立即进行比色。牙齿的色型越接近蓝色的补色（如亮橙色），它们的颜色看起来越鲜明。

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

图2-32
饱和度对比效应。高饱和度的牙齿在低饱和度背景下十分鲜明，而在接近牙齿饱和度的背景下显得不够突出



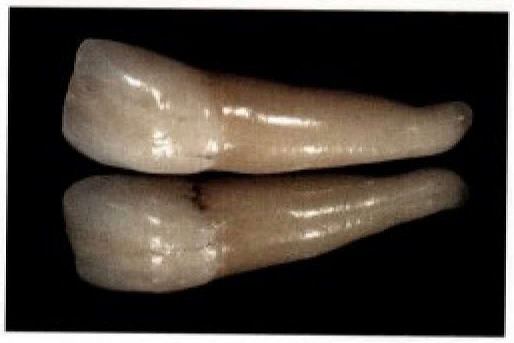


图2-33
一颗陶瓷牙齿未受到背景饱和度对比效应影响



图2-34
图2-33中的陶瓷牙放在橙色背景中。请注意牙齿在饱和度接近的背景中看起来不那么明显

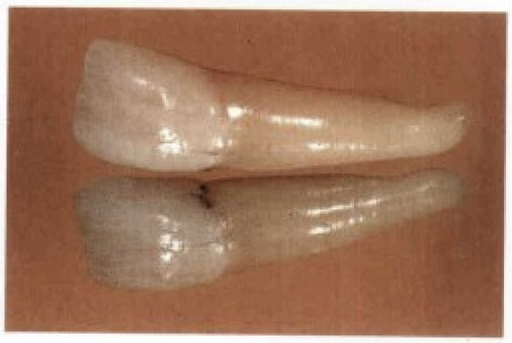


图2-35
图2-33和图2-34中的陶瓷牙放在黄色背景中。请注意当牙齿被放在饱和度和其极为接近的背景中时，牙齿变得更加不明显

饱和度对比

饱和度对比和明度及色调对比有着相似的作用。一个物体被放在低饱和度的背景中颜色会显得比较浓，而被放在高饱和度的背景中颜色则会显得比较淡（图2-32）。而且，如果物体的饱和度及色调和背景比较接近，物体会变得不明显，在比色过程中应牢记这一点。在同牙齿饱和度及色调接近的背景下会使分辨色型变得很困难（图2-33～图2-35）。

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

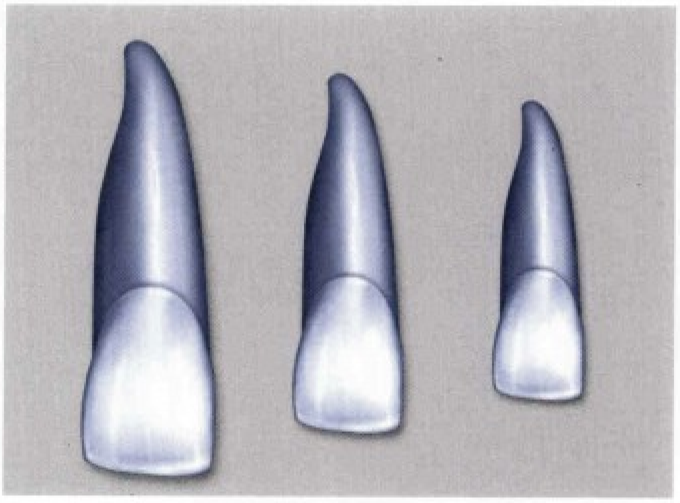


图2-36
面积对比效应。较大的图像由于表面积大，反射了更多的光线进入人眼故看起来会明亮一些。同理，一个较小的物体反射的光线少，看起来较暗





图2-37和图2-38
一个局部固定修复体病例，上中切牙很大。尽管所有的牙齿都是同一色型(Vita A3)，两颗中切牙由于面积对比效应看起来要更亮一些

面积对比 Areal contrast

物体的尺寸也会对色彩的感知产生影响。例如，两个同样颜色的物体，较大的物体会比较小的物体看起来更亮。同样，两个相同尺寸的物体，较亮的物体会比较暗的物体看起来更大（图2-36）。这种对比效应说明了为什么深色的衣服会使人看来更小更瘦，而浅色的衣服则会使人看起来更高更胖。

如果牙齿或者修复体太大了，可以考虑降低其明度（图2-37和图2-38）。如果它们看起来太小了，可以增加半个色型的明度。牙齿或者修复体因为尺寸较小而看起来比周围牙列暗，可以通过漂白或者重新制作修复体来使之看起来更明亮。

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注



图2-39
空间对比效应。重叠和（或）相对内收的牙齿看起来会较暗



图2-40
空间对比的临床病例。右下中切牙由于其内陷的位置而看起来比其他牙齿颜色深

空间对比 Spatial contrast

一个接近观察者的物体会显得较亮和较大，同样，一个相对退后的物体会显得较暗和较小（图2-39）。这种现象经常可以在重叠牙和扭转牙上看到。内陷的牙齿看起来更暗（图2-40）。因此后牙看起来较暗，而且口内的阴影加强了这种表现。

当决定修复体的色型时，临床医师应和病人的口腔保持恒定的距离以确保观察的一致性。为了补偿空间对比，内陷的牙齿可以制作的颜色浅一些，而外突的牙齿则可以制作的颜色深一些。

连续对比 Successive contrast

当观察一种紧接着另一种颜色时会产生连续对比效应。在视线离开物体后视觉感知仍继续存在。残像被分为正像（相似）和负像（不同）。正像和原始感知有着相同的颜色，负像则是原始感知的反色。

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

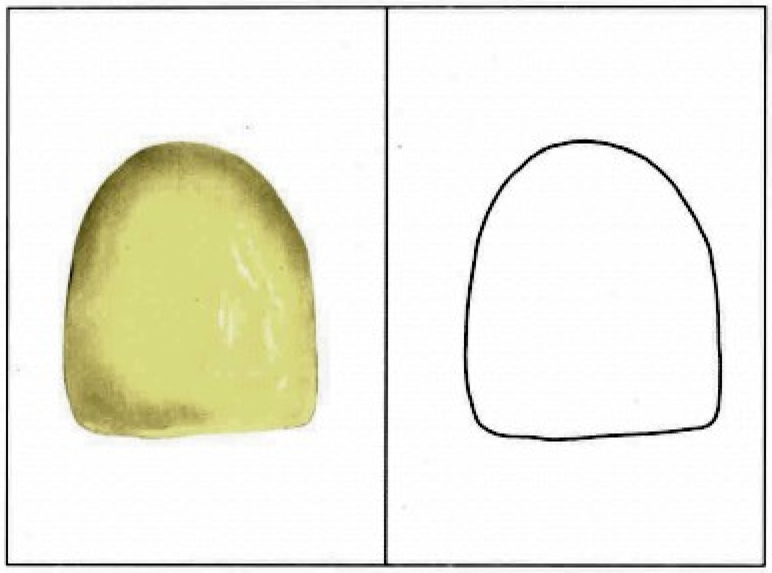


图2-41
连续对比效应。短暂或者长时间的观看图左的彩色牙齿再看图右的空白牙齿会分别看到正像（相似）或者负像（不同）

短暂的视觉接触产生正像残像，而长时间的凝视会产生负像残像（图2-41）。后者的产生是由于视网膜视锥细胞中的神经递质在长时间的凝视中被消耗，使得生理上无法看到特定的颜色。

理解了各种对比效应对于色彩感知的潜在影响有助于临床人员更加准确的比色。深入的理解补色和邻近色如何影响大脑感知色彩会使正确比色的几率获得戏剧性的提高。

观察者的相关影响 Viewer-Associated Effects

色盲 Color blindness

一个患有色盲的人会在识别红色、绿色、蓝色或者这些颜色的混合时出现困难。因为多数有色盲的人也可以看到一些颜色，所以现在多用“彩色视力障碍”一词替代“色盲”。可能有人认为这种情况的发生率不高，但实际上约10%的美国男性（美国女性中只有0.3%）视觉受色盲影响。[9] 绝大多数的视觉检查都包括色盲的检测（图2-42和图2-43）。

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

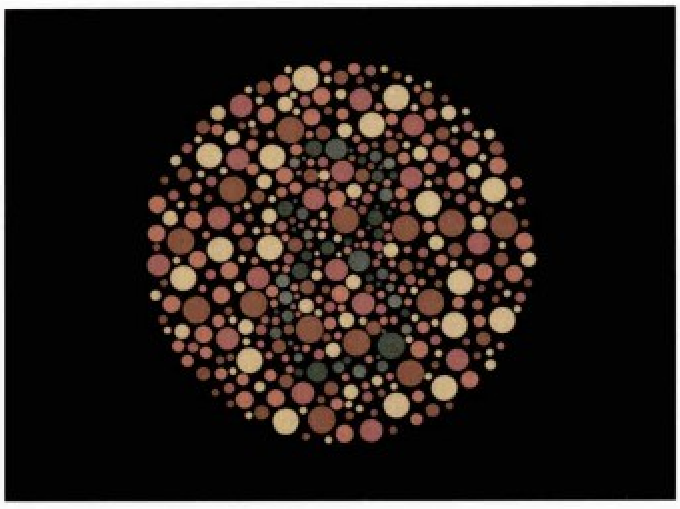


图2-42
用于检查对绿色和黄色敏感的色盲测试。正常人应该可以看到数字"8"

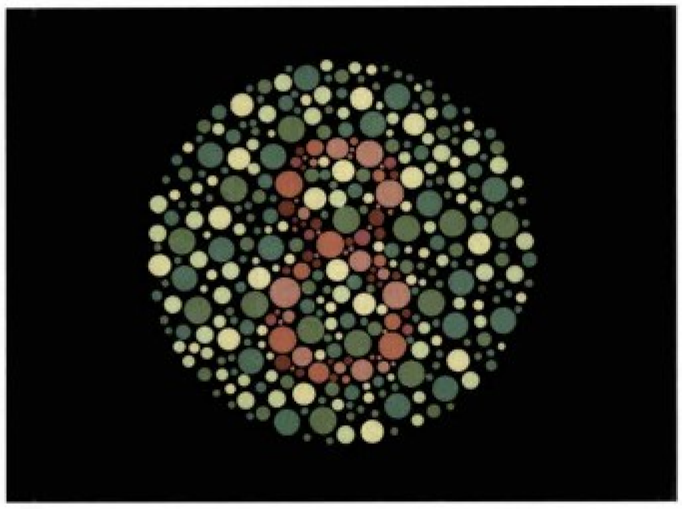


图2-43
反向色盲测试。因为"8"的紫红色更容易被眼睛的视锥细胞感受到，故应该能更容易看到数字"8"

色盲是由于三种感受红色、绿色和蓝色的感光色素中的一种或几种缺陷或缺失造成的。这些色素存在于人眼内的感光细胞中，这些细胞被称为视锥细胞，位于视网膜的中央。色盲造成的主要影响是所看到的色调和正常人看到的不一样，而正常人之间所看到的色调都是一致的。换句话说，一旦患有某种色彩的视觉障碍，就会造成对于这种颜色的分辨能力、饱和度及明度的感知能力减弱（明度所受的影响要小一点，因为视杆细胞负责部分视觉）。对于临床医师来说，比色是一个严重的问题，因为决定色调、明度和饱和度是展现修复体自然外观的关键点。

年龄 Age

年龄也会影响比色能力，因为眼睛中的角膜和晶状体随着年龄的增长而变黄，会造成比色时的棕黄色误差，导致分辨白色和黄色变得越来越困难。这个问题从30岁开始出现，50岁以后变得更加明显，60岁以后会出现临床症状。60岁以后很多人都会在感知蓝色和紫色时出现明显的障碍。[10,11]

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

疲劳 Fatigue

疲劳的眼睛不会像警觉的眼睛一样准确的感知颜色。不完善的视觉感知是由于全身、局部和（或）精神疲劳所共同造成的。疲劳对于色调和饱和度的精确判断影响最为显著，而且，颜色可能会被认为是褪色和模糊的。连续观察颜色例如在一个工作日接诊过多需要进行比色的病人是造成疲劳的主要原因。疲劳是比色不准确的最常见原因。

当连续进行多个色型的评定时，牙科专业人员应该在每次比色之间短暂休息。这将有助于避免由于连续对比效应以及视觉疲劳造成的误差，使获得成功比色的可能性更大。

营养 Nutrition

一个人的饮食习惯在其眼睛的健康中充当重要角色。一些科学家证实黄斑变性（一种视网膜中心即黄斑的器质性病变而导致的进行性视力丧失）与摄入过多高饱和脂肪食物有关。[12] 同样有证据证实食用新鲜水果和绿叶蔬菜有助于减缓或改善黄斑变性。而且，在一些病例中发现补充抗氧化剂如维生素 C 和 E 对于减慢疾病进程有积极疗效。其他微量元素和营养物质比如锌和黄体素对于视力健康同样重要。[13] 一个人的营养状况是其全身健康的重要因素，眼睛当然也不例外。

情绪 Emotions

色彩具有语言的能力。例如，在世界的很多地方红色都代表愤怒或者激情，黄色代表快乐，而蓝色和忧郁有关。即使不去探讨人类感情与色彩之间的复杂关系，也应该注意下面这些科学证据，它们对于牙科专业人员有着重要意义。

众所周知情绪可以导致睫状体收缩或扩张从而影响瞳孔的直径，而且在前文中关于光强度和亮度对比的讨论中提到瞳孔的直径会直接影响色彩的辨别，而且，已经证实通过训练，人可以在思考时控制脑电波形成特定的波形。当思考

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

表 2-2 药物对于色彩感知的影响

药物	对红色／橙色／黄色的影响	对蓝色／绿色／紫色的影响
酒精或吗啡	变浅	变深
咖啡因	变深	变浅

时，像其他因素对视觉的影响一样，人会认为看到物体周围的彩色光晕。因此很明确，无论色彩是如何影响人的情绪的，观察者最初的情绪或者精神状态是影响决定颜色的重要因素。[14]

药物 Medications

药物、酒精和咖啡因的滥用不仅会对判断能力造成影响，同样会影响色彩的感知（表2-2）。而且，很多处方药，甚至部分非处方药都有视觉方面的不良反应。药物会作用于从视觉皮层到视网膜的视力每一个环节。像所有的药物不良反应一样，这种影响是因人而异的，难以预料某些不良反应是否会在服药者身上出现。可以断言绝大多数的临床医师在他们的一生中会服用一些药物，而且老年人由于服用多种药物用药量会更大。万艾可，一种治疗男性勃起功能障碍的药物，被认为会广泛引起用药者的视觉蓝染，从而导致分辨蓝色和绿色困难。基于这些发现，FDA 禁止所有的飞行员在飞行前 12h 内服用万艾可。[2]

需要特别向女性从业人员指出的是口服避孕药的不良反应，例如，红-绿或者黄-蓝辨别障碍。这些药物同样可能导致视觉蓝染，并有几项研究证实长期使用口服避孕药会导致对蓝色和黄色的视觉减退。[15]

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

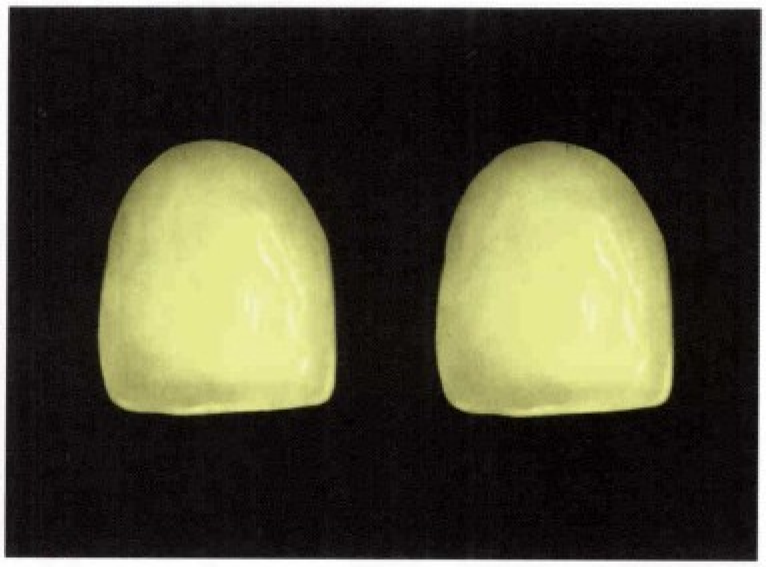


图2-44
色彩感知中的两眼差异。当两个相同形状和颜色的物体被并排放置时，它们可能看起来会有差别，例如，可能某一个会看起来比另外一个颜色浅

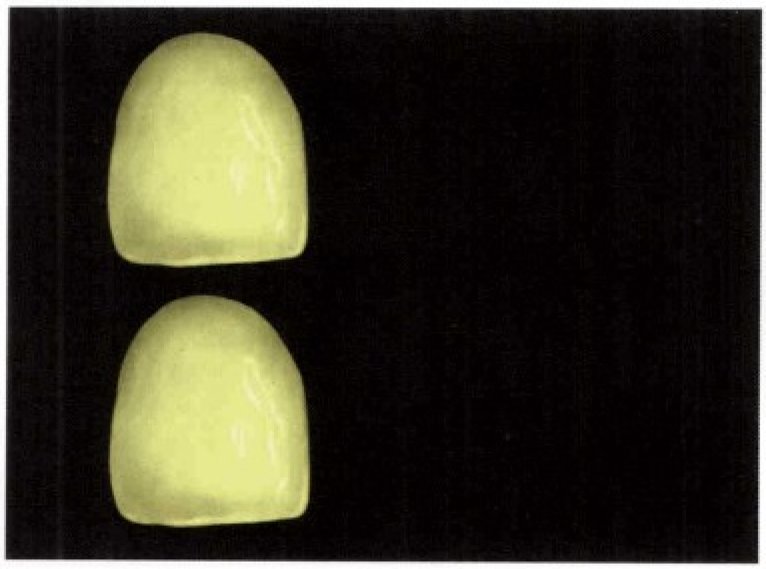


图2-45
如果将两个物体放在同一侧，差异则不明显

两眼差异 Binocular difference

两眼差异是由于左眼和右眼的感知不同造成的。如果当一个人视力测验时用一只眼看视力表好于另一只眼时，这种差异往往会比较明显。检查色盲时常规进行测验以确定病人的每一只眼的缺陷情况，也经常可以发现两眼差异。即使一个人双眼的色觉差异相对较小，也应意识到问题的存在，必要时应进行矫治。检查两眼差异时，应将两个相同的物体并排放置在标准光源下，这时可能会觉得两个物体看起来不一样，比如，觉得右边的物体颜色比左边的浅一点，如果将两个物体的位置对调后仍觉得放在右边的物体看起来颜色较浅，那么就是存在两眼色彩差异（图 2-44 和图 2-45）。

选色时应将比色板放置在需比色牙的上方或下方（不要放置在两旁），这样可避免由于两眼差异造成的误差。

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

图2-46

两颗离体牙(图中和图右)和一颗全瓷牙(图左)在自然光下的照片。现在的材料可以让技师模拟出天然牙的外观



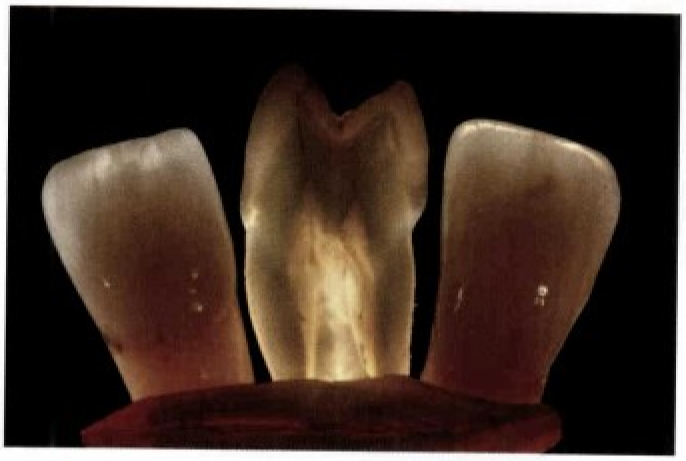
图2-47

图2-46中的牙齿在反射光下的照片。全瓷牙与天然牙完全一样



图2-48

图2-46和图2-47中的牙齿在透射光下的照片。全瓷牙展示了其与天然牙一样的透光性



修复材料的选择 Restorative Materials Selection

要获得精确的色型选择适当的修复材料非常重要。为了模拟牙齿的透光性，材料必须选择得当（图2-46～图2-48）。漂白过的牙齿特别不容易做到匹配（图2-49）。因为漂白牙是无色差的：白色色调，低饱和度即色调的饱和度很低，而且高明度即明亮）。惟一可以量化的参数是明度，不过，它和遮色性／透光性是有关的。某些材料例如复合陶瓷具有良好的透光性，而有些材料例如氧化锆和刚玉具有良好的遮色性，因此熟悉材料的固有特性对于选色很重要（表2-3）。

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注



图2-49
由于漂白牙齿的无色彩，为其进行选色比较困难，因其缺乏色调和饱和度，只剩明度这一个视觉参数

表 2-3　全瓷贴面材料的断裂强度和相关视觉特性

材　料	品　牌	弯曲强度	透光性
氧化铝全瓷材料	In-Ceram	630	低
高氧化铝加强（渗透）全瓷材料	Procera	600	低
白榴石加强全瓷材料	Empress I	180	中等
	Cerpress SL	180	可变
长石质全瓷材料	Creation	90	高
复合低熔石英玻璃陶瓷	HeraCeram	120	高

需要格外注意的是即使选择了正确的色型和修复材料，还是有可能因为材料本身的不稳定性而导致误差，这种情况很难控制。[16-22] 此外，不恰当的牙体预备，例如预备量不足，可能造成配色不准确。无论如何，如果按照本书第5章中的原则，错误应该在技工中心进行色型确定时即被发现，并在送往临床进行试戴前完成修改。

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注



图2-50
自然日光下的离体天然牙

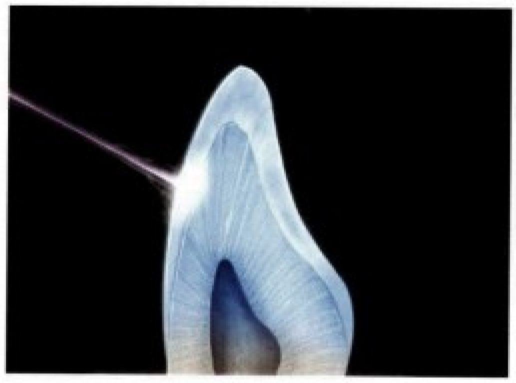


图2-51
图片说明了紫外线是如何与牙本质层细胞反应发出反射光，这个现象即荧光

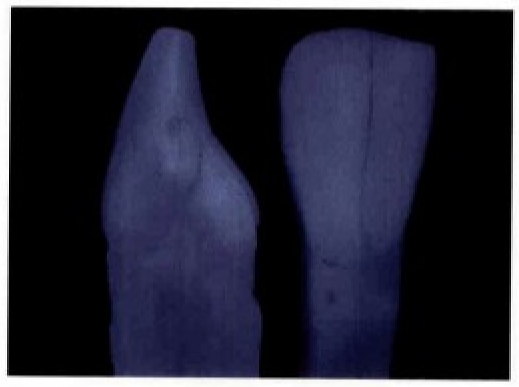


图2-52
图2-50中的牙齿在紫外线照射下，请注意牙本质层的荧光要比釉质层强

光学三要素：荧光、乳光和透光性

The optical triad: Fluorescence, opalescence, and translucency

对于实践美学修复的医师来说，荧光是一种重要的物质特性，特别是在全瓷领域。牙齿（特别是牙本质）具有在紫外线照射下发出可见光的特性（图2-50～图2-52）。陶瓷同样包含可使修复体产生荧光的物质。荧光使修复体看起来更自然，并能减小同色异谱效应。

乳光是指某些具有透光性材料反射光呈蓝色而透射光呈红-橙色的特性。天然牙的乳光效应是基于其透光行为。在直射光源下，可见光谱中的短波即蓝色波长被釉质颗粒或牙科陶瓷反射，形成了白色牙齿的淡蓝色外观。而长波即红-橙波长则被吸收了（图2-53）。在透射光源下，由于长波被表面反射而使光线穿过牙齿后呈现橙色。相反，短波蓝光则被吸收（图2-54～图2-55）。这种效应，在光物理学中被称为“廷德尔效应”，就是天然牙的乳光现象。荧光和乳光均是形成天然牙内在鲜明特色外观的原因，也是临床人员和陶瓷专家在制作修复体时竭力模仿的。[23] 同样，牙齿的生动程度要靠透光性来表达（图2-56）。

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

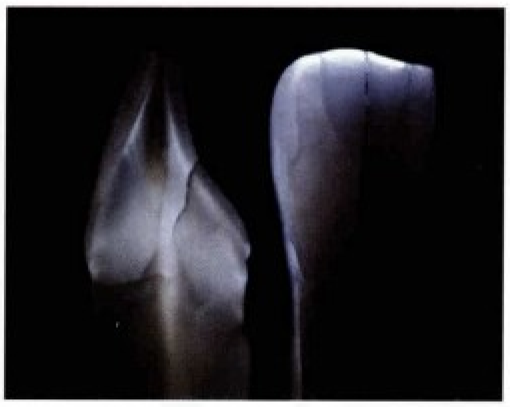


图2-53
图2-50和图2-52中的牙齿在此展现蓝色乳光效应，是因光波中的蓝光部分穿过牙齿及被反射而形成



图2-54
图2-50、图2-52和图2-53中的牙齿因红-橙色光穿过牙齿及被反射，而蓝光被吸收而呈现的橙色乳光效应



图2-55
图示长波橙色光穿过牙本质层和牙釉质层

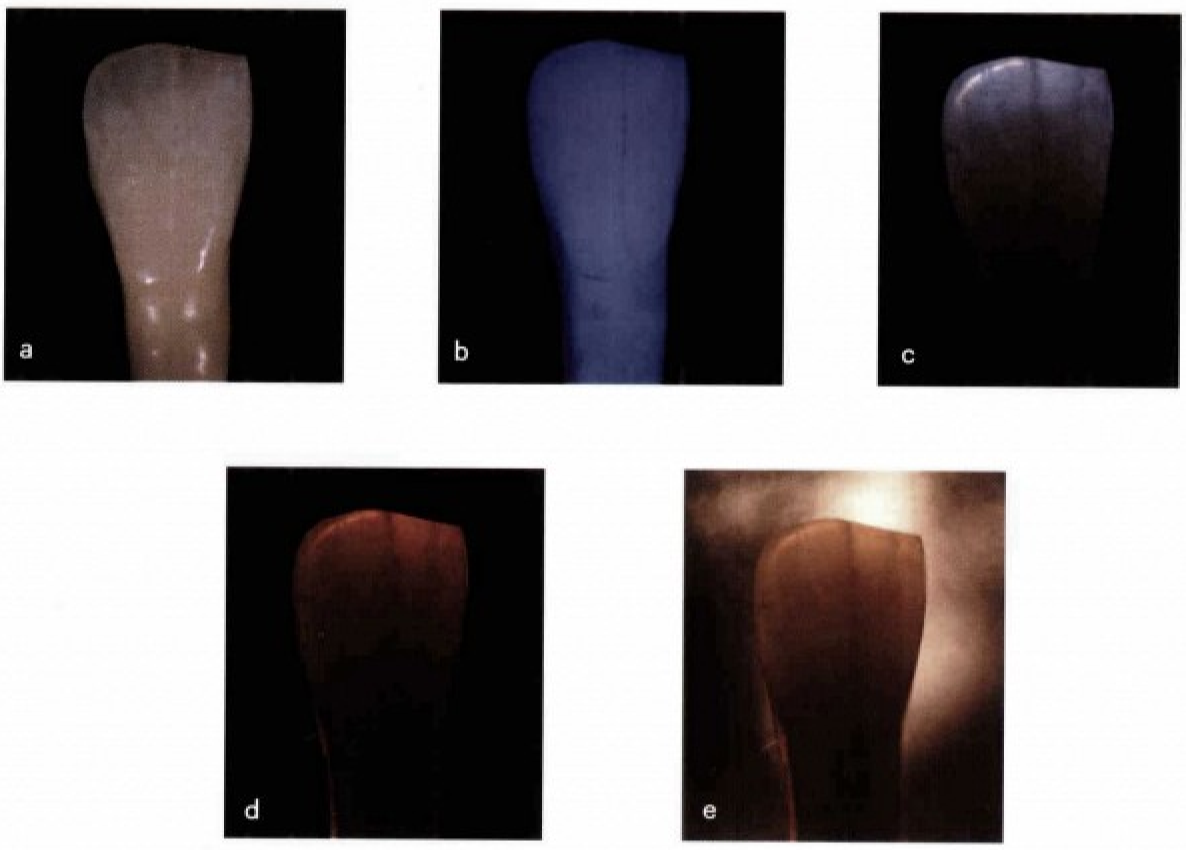


图2-56
离体天然牙的光学效应。a：自然光效应，b：荧光，c：蓝色乳光，d：橙色乳光，e：透光性

避免过度的不透明性是很重要的，否则修复体会显得毫无生机；同样，过度透明会使修复体看起来太过灰暗。

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注



图2-57
从B1(Vitapan)(图左端)到漂白色型010(Ivoclar)(图右端)的成品瓷牙。(J.Kim, CDT.许可刊用)





图2-58和图2-59
光照时显示B1 (图2-58) 和010 (图2-59) 两种色型均有等量的透射光透过。因此，人工牙可以是白色或亮白色，同时保持高度的透光性。(J.Kim, CDT.许可刊用)

漂白 Bleaching

绝大多数人希望拥有洁白的牙齿。然而，白色的科学定义为所有的可见光都被完全反射，这不是我们在牙列中希望看到的光学现象。在美学牙科中，白色是理想颜色，它蕴含了牙齿和修复体的色彩和透光性。当牙齿漂白后，牙齿的明度增加，使它们看起来更白。因此，漂白并不需要使牙齿的不透光性和反光性增大，也不需要将内在的色素去除，这样才能使牙齿在变白的同时仍然保持其高度透光性（图2-57到图2-59）。通常，漂白使用含有过氧化物的凝胶例如过氧化脲。凝胶中释放出的过氧离子渗入釉质并氧化牙本质层中的固有或获得性深色染色成分。在增加牙齿亮度的同时，牙齿的结构不会被改变。

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

总结 Conclusions

有多种因素可以影响牙科专业人士对色彩的评估。在使用传统比色技术的时候，牙科医师必须意识到存在着很多的可变性。例如，操作光线的改变，视觉疲劳和多种对比效应可以造成视觉上的错觉。另外，对于女性从业者服用避孕药的不良反应会产生问题。同样相关的还有美国男性中的高色盲患病率。尽管没有人可以完美的辨别色彩，而且没有一项牙科操作是绝对不存在问题的，但是对于影响色彩感知的潜在因素的深入了解将会帮助牙科专业人员尽可能的获得最为精确的比色。

摘要 Summary

- 光线在比色中扮演重要角色。色彩可能会在操作光线下和天然光线下表现出差异。牙科医师应该有校正这种现象所造成误差的准备。
- 多种对比效应（明度、色调、饱和度、面积、立体感以及顺序性）可以造成视觉误差，影响色彩评估的准确性。不过，在某些情况下，对比效应诸如色调对比可以改善医师对色彩的感知。
- 一个人眼睛的健康与全身情况是有联系的，并能极大的影响观察者对色彩的感知。
- 牙科医师的年龄对其色彩感知能力有很大影响。
- 修复材料的选择是决定色型的关键因素。

参考文献 References

1. Sim CP, Yap AU, Teo J. Color perception among different dental personnel. Oper Dent 2001;26: 435-439.
2. Carsten D. Successful shade matching-What does it take? Compend Contin Educ Dent 2003;24: 175-178,180,182.
3. Lamb T, Bourriau J (eds). Colour: Art and Science. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 1995.
4. Commission Internationale de l'Eclairage. Colorimetry, Official Recommendations of the International Commission on Illumination [Publication CIE No. 15 (E-1.3.1)]. Paris: Bureau Central de

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

la CIE, 1971.

5. Bunting F. The ColorShop Color Primer. Available at: http://www.xrite.com/documents/“mktg/ColorPrimer.pdf. Accessed 18 September 2003.
6. Chu SJ. Color. In: Gurel G (ed). The Science and Art of Porcelain Laminate Veneers. Chicago: Quintessence, 2003:158-206.
7. Sproull RC. Color matching in dentistry, part I. The three-dimensional nature of color. J Prosthet Dent 1973;29:416-424.
8. Albers J. Interaction of Color. New Haven, CT: Yale University Press, 1971.
9. Wasson W, Schuman N. Color vision and dentistry. Quintessence Int 1992;23:349-353.
10. Quackenbush TR. Relearning to See. Berkeley, CA: North Atlantic Books, 1997.
11. Rosenthal O, Phillips R. Coping with Color-Blindness. New York: Avery, 1997.
12. The Schepens Eye Research Institute website. Available at http://www.eri.harvard.edu. Accessed 6 October 2003.
13. Age-Related Eye Disease Study Research Group. A randomized, placebo-controlled, clinical trial of high-dose supplementation with vitamins C and E, beta carotene, and zinc for age-related macular degeneration and vision loss: AREDS report no. 8. Arch Ophthalmol 2001;119:1417-1436.
14. Gimbel T. Healing with Color and Light. New York: Simon and Schuster, 1994.
15. Fraunfelder FT. Drug-Induced Ocular Side Effects. Philadelphia: Williams & Wilkins, 1996.
16. Reich S, Hornberger H. The effect of multicolored machinable ceramics on the esthetics of all-ceramic crowns. J Prosthet Dent 2002;88:44-49.
17. Wee AG, Monaghan P, Johnston WM. Variation in color between intended matched shade and fabricated shade of dental porcelain. J Prosthet Dent 2002;87:657-666.
18. Lichter JA, Solomowitz BH, Sher M. Shade selection. Communicating with the laboratory technician. N Y State Dent J 2000;66(5):42-46.
19. Geary JL, Kinirons MJ. Colour perception of laboratory-fired samples of body-coloured ceramic. J Dent 1999;27:145-148.
20. Rosenstiel SF, Porter SS, Johnston WM. Colour measurements of all ceramic crown systems. J Oral Rehabil 1989;16:491-501.
21. Ecker GA, Moser JB. Visual and instrumental discrimination steps between two adjacent porcelain shades. J Prosthet Dent 1987;58:286-291.
22. Seghi RR, Johnston WM, O’Brien WJ. Spectrophotometric analysis of color differences between porcelain systems. J Prosthet Dent 1986;56:35-40.
23. Leinfelder K. Porcelain esthetics for the 21st century. J Am Dent Assoc 2000;131(suppl):47S-51S.

（刘　峰　郭　航　译）

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

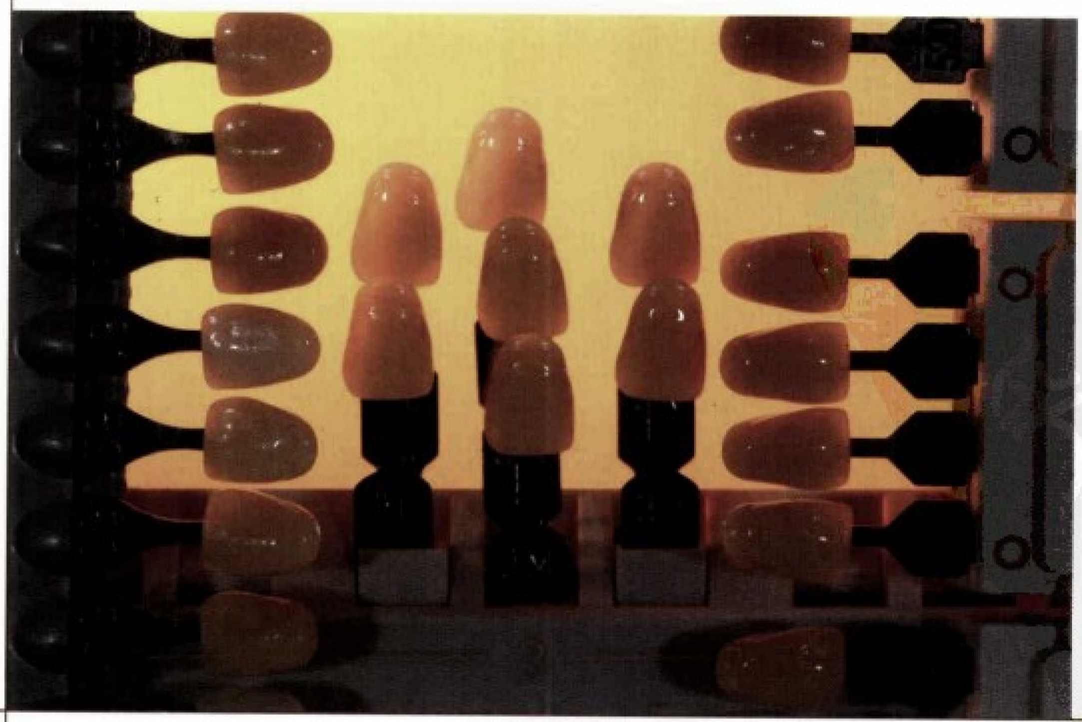
公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

3 常规比色

Conventional Shade Matching

本章内容：

- 比色步骤 /52
  Step_by_step process
- 比色板系统 /59
  Shade guide systems
- 推荐步骤 /62
  Recommended protocol
- 复合树脂直接修复的特殊考虑 /69
  Special considerations for direct composites



公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

将近一个世纪以来，牙科专家均利用比色板做"精确"比色。不幸的是这种常规的比色方法过于简单，只依靠比色板基本上保证将会得到一个美学上错误的色型。其中包含太多的主观因素，太少的可靠标准。然而，比色板如果不是被用于最终答案，而作为视觉评价还是有用的。因此，本章叙述的常规比色法仍有价值，特别是结合仪器设备基础上的比色更加有效（详见第5章）。

比色步骤 Step-by-Step Process

常规比色分为五个明显的步骤：分析、传递、解释、制作和验证。每个步骤包含一定程度的主观评价。

分析 Analysis

比色分析是一个细致而耗费时间的过程。比色要在色彩校正比色灯下进行，或者更理想一些在自然光下进行。而且，只确定一种基色调并不足以获得美观的比色。临床医师必须将牙齿3个部位的颜色分别比出：颈部、体部和切端（图3-1）。

颜色分析的第一步是确定牙齿的透明度（图3-2和图3-3）。这一信息将有助于材料的选择。然后临床医师需要确定牙齿每一部位的明亮度或称明度。明度的控制非常关键，因为正如第2章讨论的那样，明度直接影响使用修复体的材料和类型，并决定了相关的牙体预备设计。不幸的是，比色板并不代表真牙的明度，所以仅依靠比色板评估可能会有问题。[1]

第二步选定牙齿颜色的饱和度。一个高饱和度的例子是在老年患者牙齿中可以看到的深橙色（图3-4）。

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

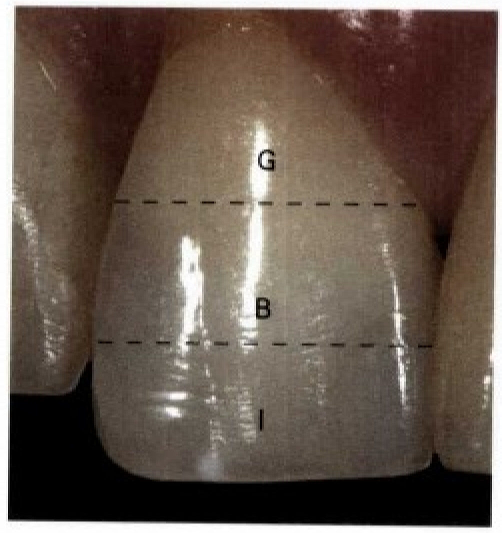


图3-1
牙齿的多色度效果需要用比色板对牙体内的三个明显的颜色区域进行识别和注释：颈部（G）、体部（B）和切端（I）



图3-2
上颌中切牙临床示例，不透明性较高，半透明性较低



图3-3
上颌中切牙临床示例，不透明性相对较低，半透明性较高



图3-4
年龄较大患者上颌中切牙高饱和的半透明琥珀色临床示例。随年龄增长，牙釉质变薄，透出更多的饱和牙本质色，从而形成暖色调的琥珀色

刚漂白后的牙齿呈现高明度低饱和度。一个非常白的牙齿有时非常难选色型，因为它与大多数传统比色板不匹配，并且漂白色比色板数量和颜色范围有限。为了对漂白牙比色，临床医师必须在各种光线条件下分析颜色，以保证比色的精确性。

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注



图3-5
预期得到"好莱坞"牙效果的病人术前照片，这些病人会提出他的要求，期望获得一个更白的、比较平直的修复体效果



图3-6
图3-5牙列治疗后的效果

颜色分析对病人的治疗预期也是很重要的，通常病人希望得到以下三种类型的牙齿：

- 好莱坞牙：白而直的修复体。此类病人通常更加感情用事(图3-5和图3-6)。
- Alfred E Newman：根据医师的专业意见决定修复体设计。大多数病人属于这一类型，尽管其中也有很多有选择其他两类的倾向（图3-7和图3-8）。
- 自然效果：修复体和天然牙一样，在牙列中与其他牙协调成一体。这些病人通常是最难修复，因为他们的牙有很多线条、磨损面、间隙、异常的扭转和特殊的形状，使匹配起来很困难（图3-9至图3-12）。

颜色分析是制作修复体时必需的一个步骤，然而该过程应该尽可能简单明了。如果分析时间过长，医师的眼睛会逐渐疲劳，很难得到精确的比色。

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注



图3-7
希望得到专家设计的病人的术前照片。这类病人相对容易治疗，因为他们更容易的接受医师的意见，他们能够接受直的、白的、整洁的和自然的外观



图3-8
图3-7的病人术后



图3-9
预期天然牙效果病人的术前照片。这类病人要求最多，因为他们需要一个理想而美观的修复体效果



图3-10
图3-9病人治疗效果。病人期望切端不规则，有圆丘状发育叶的透明效果，并且中切牙有稍许扭转



图3-11
希望得到自然牙效果的病人术前照片



图3-12
图3-11病人的术后照片。该病人期望瓷贴面修复得到天然牙的内部特征效果（许多白色发育线）

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注



图3-13
将比色板信息转变为使用瓷粉产生瓷修复体效果是颜色交流的关键



图3-14
一张照片内集合几个比色板色型与牙齿的不同部位进行比色（颈部、体部、切端）。这种视觉传递工具能够帮助技师评价色调和饱和度

信息传递 Communication

在常规的比色时，临床医师只提供了比色板色型这一单一记录，技师要明确这个比色板色型所包含的色调和饱和度的基本信息，并将这些信息转化为使用哪些瓷粉系统和效果瓷（图 3-13）。这说明为什么技师和医师之间有效的颜色信息交流对取得成功的比色非常重要。颜色是医师和技师间的特种语言，熟练掌握这种语言是医师和技师有效信息传递的先决条件。当选择不同的材料和技工室时，情况就更复杂了。

每种瓷系统都有其自身的配色系统和命名法。一些技工室和技师害怕更换材料，因为不仅对材料缺乏信心，也对使用不同瓷系统的“颜色语言”缺乏信心。能够熟练的使用几种不同材料配色的技工室是我们最好的合作伙伴。

建议医师将比色记录和照片同时交给技师作为参考。照片是医师和技师之间最有效的传递手段，并且增加了比色记录的可信度。当颈部、体部和切端颜色选定时，比色板应该邻近自然牙并同时出现在照片上。同时还要有三个比色板接近牙列的照片（图 3-14）。拍照与比色牙相邻近的两个比色板（一个比感觉的颜色更浅，一个更深）也是有意义的，这使技师产生色调和明度变化的具体认知。最后，还应该有病人的面部照片和大笑照片，让技师可想像到修复体如何与整体外貌匹配的情形。

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注



图3-15
使用中性闪光灯（色温5500K）拍摄的参考照片



图3-16
使用色温6500K闪光灯拍摄图3-15中比色板和牙列。注意照片中颜色的变化。这使技师对颜色的判断产生负面影响

当把参考照片送去技工室时，一定注意照相机不同的闪光会影响牙齿和比色板，这是因为闪光灯色温的变化（图3-15和图3-16）。因此正确选择闪光灯色温（5500K）对拍摄没有偏差的比色信息很重要。

详尽的颜色信息传递对成功获得一个美观的修复体非常重要。传统比色中，大部分的颜色确定是由医师和技师用眼睛完成的。这种包含主观的颜色获取过程是医师和技师之间精确交流最困难的障碍之一。[2]

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

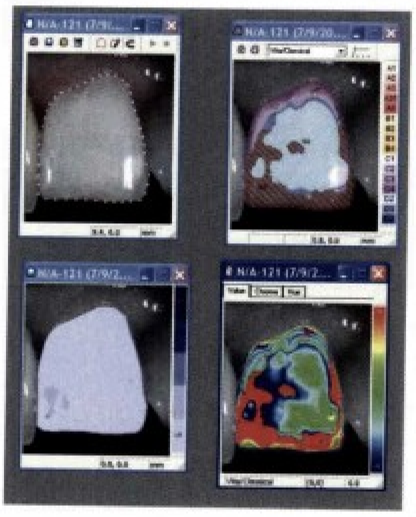


图3-17

使用Shade Scan对左侧上颌中切牙术前颜色扫描（Cynovad，蒙特利尔，加拿大）。基色是Vita D_2

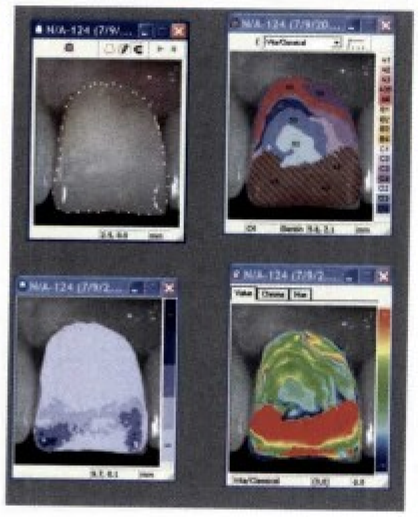


图3-18

右侧上颌中切牙修复后颜色扫描，显示相同的基色 Vita D_2



图3-19

修复体就位后的临床照片，显示不是非常匹配，由于其表面质地和光泽错误，影响了表面的光反射，产生颜色视觉差异

解释 Interpretation

解释的过程包括在灰背景下观察修复体（18%的反射率），然后为制作修复体创建一个颜色地图。虽然技师很擅长这些，但经验丰富的技师也难以在数据不准确的情况下做出成功的配色。因此，医师的工作就是要确保提供给技师尽可能准确的信息。

制作 Fabrication

为了制作出高度美学的准确的修复体，技师必须通过近距离的临床照片研究牙齿独有的特点。制作过程是极其敏感的。即使配色准确，表面特性也能改变修复体的最终颜色，例如上釉、纹理和光泽，从而造成明显的配色错误（图3-17～图3-19）。这是因为眼睛感知的颜色实际是光的反射，这在第1章已经讨论过了。

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注




图3-20和图3-21
视觉颜色查证应该即刻进行。要么配色正确（图3-20）要么错误（图3-21）

对于特定病例与技师沟通使用什么样的材料更好很重要。即使不同瓷材料种类之间，也存在着透明度的区别。例如锆基底的材料透明性最差，全合成陶瓷材料透明性最好。

验证 Verification

最好的验证修复体颜色的传统方法就是眼睛简单的一瞥。立即可以清楚牙齿色调或明度是否不对（图3-20和图3-21）。

比色板系统 Shade Guide Systems

因为带有主观性，传统比色板系统已经被证明与实际有偏差。例如，Vita传统比色板（Vita，Bad Sackingen，德国）和离体牙齿样本相比较彩度太低，明度太高，[1,3,4] 而且即使相同厂商生产的同种或几种Vita Lumin A3比色板之间也可能有所差异。传统Vita 比色板、Chromascop比色板（Ivoclar-Vivadent，Amherst，NY）和Vitapan 3D-Master（Vita）比色板是目前最流行的比色板。[5]

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

Vita Classical

在传统Vita比色板中，色调以字母分类：

- A：桔黄
- B：黄
- C：黄／灰
- D：桔黄／灰（棕）

彩度和明度以数字形式传达：

- 1：彩度最低，明度最高
- 4：彩度最高，明度最低

Chromascop

Chromascop比色板使用数字系统来区分颜色：

- 100：白
- 200：黄
- 300：桔黄
- 400：灰
- 500：棕

彩度和明度以另外一种数字系统表达：

- 10 ＝彩度最低，明度最高
- 40 ＝彩度最高，明度最低

Vitapan 3D-Master

Vitapan 3D-Master与传统的字母／数字分类系统截然不同，有自己独特的分类方式。这种比色板在一些颜色业权威所做的研究基础上制定，[4,6] 通过改进传统比色板，消除了一些比色的主观性。使用这种比色板系统，选择颜色只需简单的三步，临床医师更容易快速找到需要的颜色。

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

图3-22
对于较浅的颜色，因为彩度太低所以色相很难辨别。很难分辨比色牙是B1（左）还是A1（右）



- 确定明度（亮度）：选择接近比色牙齿明度的级别（1～5：1最亮，高明度；5最暗，低明度），然后从所选的明度组中选择中间（M）色型。
- 确定彩度：从M组中选择接近比色牙彩度的色型（1～3：1最低，3最高）。
- 确定色相：医师检查从第2步中选出的色型与天然牙相比是否需要调整，使其偏黄或偏红。现在选出了最佳比色色型，在比色信息传递表格中记录。

明度排序比色板对比色相排序比色板
Value-based versus hue-based shade guides

以明度为基础排序的比色板对于颜色选择是比较准确的方法。最近，Vita Classical比色板根据明度为主的次序对系统重新排列了顺序(B1，A1，A2，D2，B2，C1，C2，D4，D3，A3，B3，A3.5，B4，C3，A4，C4)。人眼对明度细微变化的敏感程度要高于色相方面的变化，这在前面提到的非常困难的漂白牙比色时尤其正确。当使用B1和A1比色板选色时，很难判断哪个色型较黄，哪个橙色更多（图3-22）。

在大多数病例中，如果明度和彩度正确，即使色调稍有差异，临床上修复体也是可接受的。

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

推荐步骤 Recommended Protocol

- 病人擦去口红或者其他会影响比色的化妆。如果病人穿着明亮的衣服，应谨慎的用中性色的围巾遮盖（图3-23～图3-26）。
- 评估将要制作修复体的尚存天然牙的结构（是活髓牙还是先前的牙髓治疗或金属修复引起的变色牙）。这会影响备牙设计和材料选择（图3-27～图3-28）。
- 确定病人天然牙的透明情况或不透明情况。这对材料选择有帮助（图3-27～图3-31）。
- 病人刚开始就诊时，在眼睛疲劳之前就选择颜色。比色时间切忌超过7秒，以防视网膜锥状细胞的疲劳。同样，比色时要在牙齿最湿润的时候进行——牙齿在备牙和取印模的时候会干燥。
- 使用多个比色板色型分析对颌牙列牙颈部、体部和切端的明度。先分析明度，其次是彩度，最后是色相（图3-32～图3-33）。
- 一旦选中了理想的颜色，将所选颜色明度最高和最低的色型置于比色天然牙旁边拍照（图3-34）。
- 拍照大笑的牙列（图3-35）。
- 制作临时修复体来恢复恰当的组织健康、美学效果、牙体外形和咬合关系，并且给技师提供切端长度和覆𬌗覆盖信息（图3-36）。
- 这些信息通过硬盘数据或电子邮件或CD光盘传递给技师。
- 技师分析信息，制作颜色地图（图3-37）。
- 技师制作修复体并添加显示在参考照片上的所有细节（图3-38～图3-44）。
- 技师将最终的修复体和参考照片做比较，同时也和比色板做比较，在交付医师之前尽可能修整。
- 医师试戴修复体并验证其配色。应该在几种光源条件下进行视觉验证例如颜色校正光源和自然日光下，确保配色的准确性。该病例中，为获得可接受的配色，几次重复分析、传递和制作过程，制作了三副修复体（图3-45～图3-50）。若采用科技配色与传统比色相结合的方法将会改善结果（见第5章）。

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

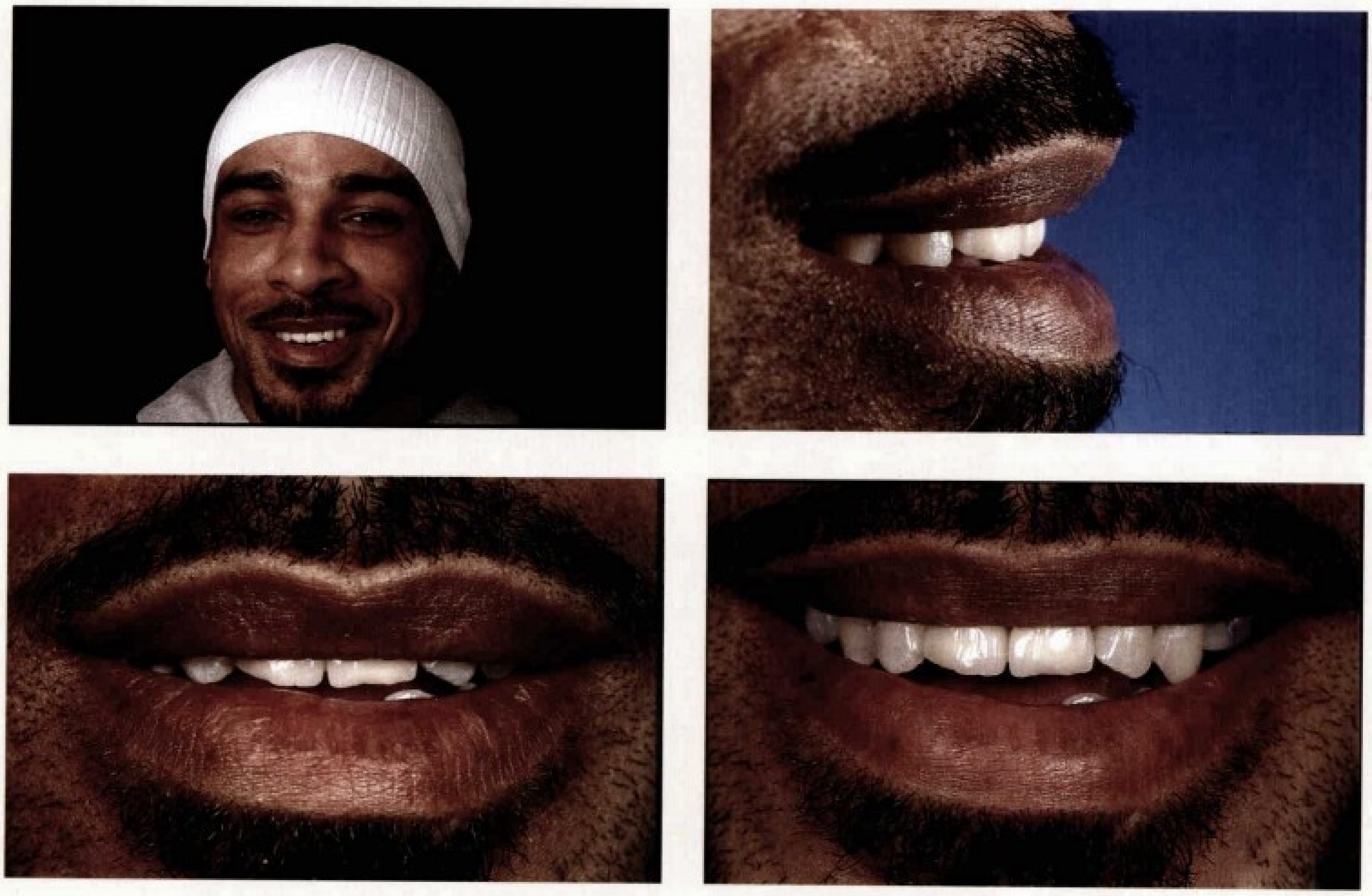


图3-23～图3-26
术前照片。所有周围可能影响比色和色彩传递的干扰因素都被去除了

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注





图3-27和图3-28

两颗上颌中切牙都是死髓牙。然而，左侧中切牙变色较重，并有非牙齿颜色的核修复（银汞）存在。这种情况选择全瓷材料可能影响修复体效果





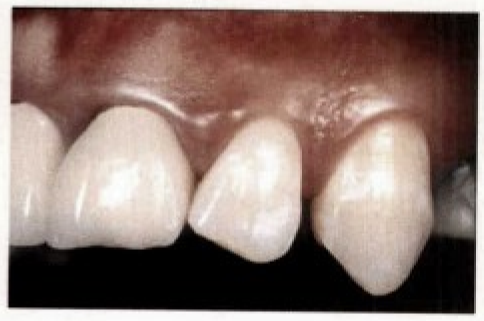


图3-29～图3-31

确定牙齿的相对透明性。以不同视角和对不同牙的评估对获此参数有帮助



图3-32

用Vita传统比色板选择对颌牙颜色



图3-33

用Vitapan 3D-Master比色板做颜色的对比分析。使用多种比色板有助于准确和全面确定颜色

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注



图3-34
确定明度时，所选颜色组中明度最高和最低的色型也应在参考照片中



图3-35
大笑的照片



图3-36
临时修复体就位

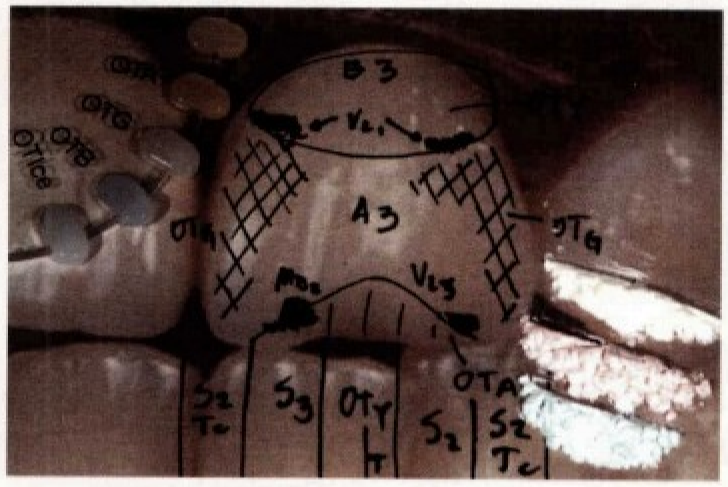
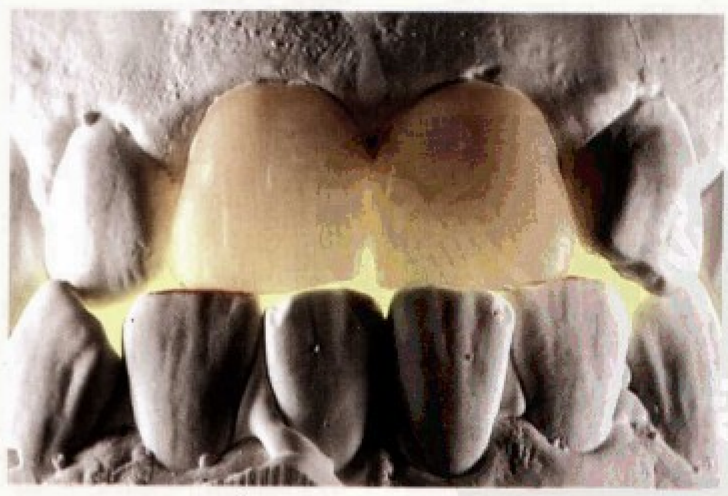


图3-37
诠释比色信息。选择效果瓷粉并以瓷系统术语将技师比色地图画出

图3-38
修复体蜡型



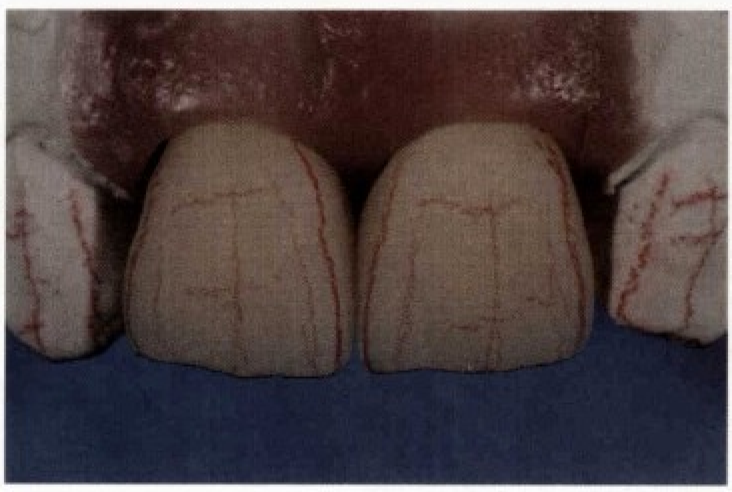
公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

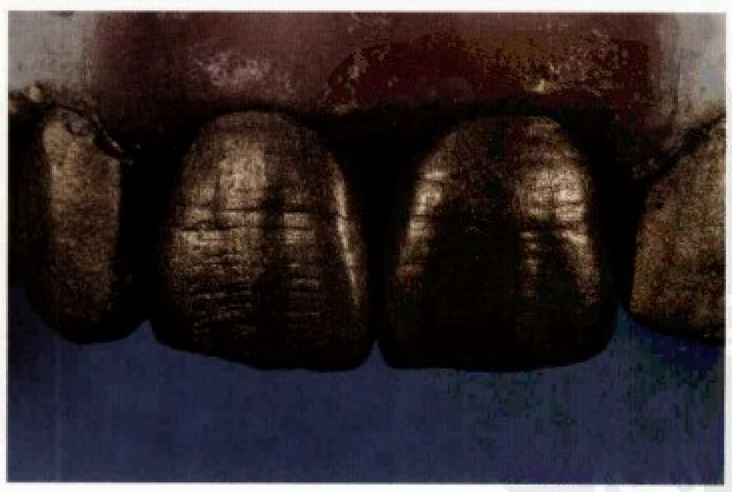


图3-39
修复体堆瓷



图3-40～图3-42
修复体完成，塑型，制作表面纹理





公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

图3-43
修复体上釉（a）。显示透光性（b）和荧光性（c）

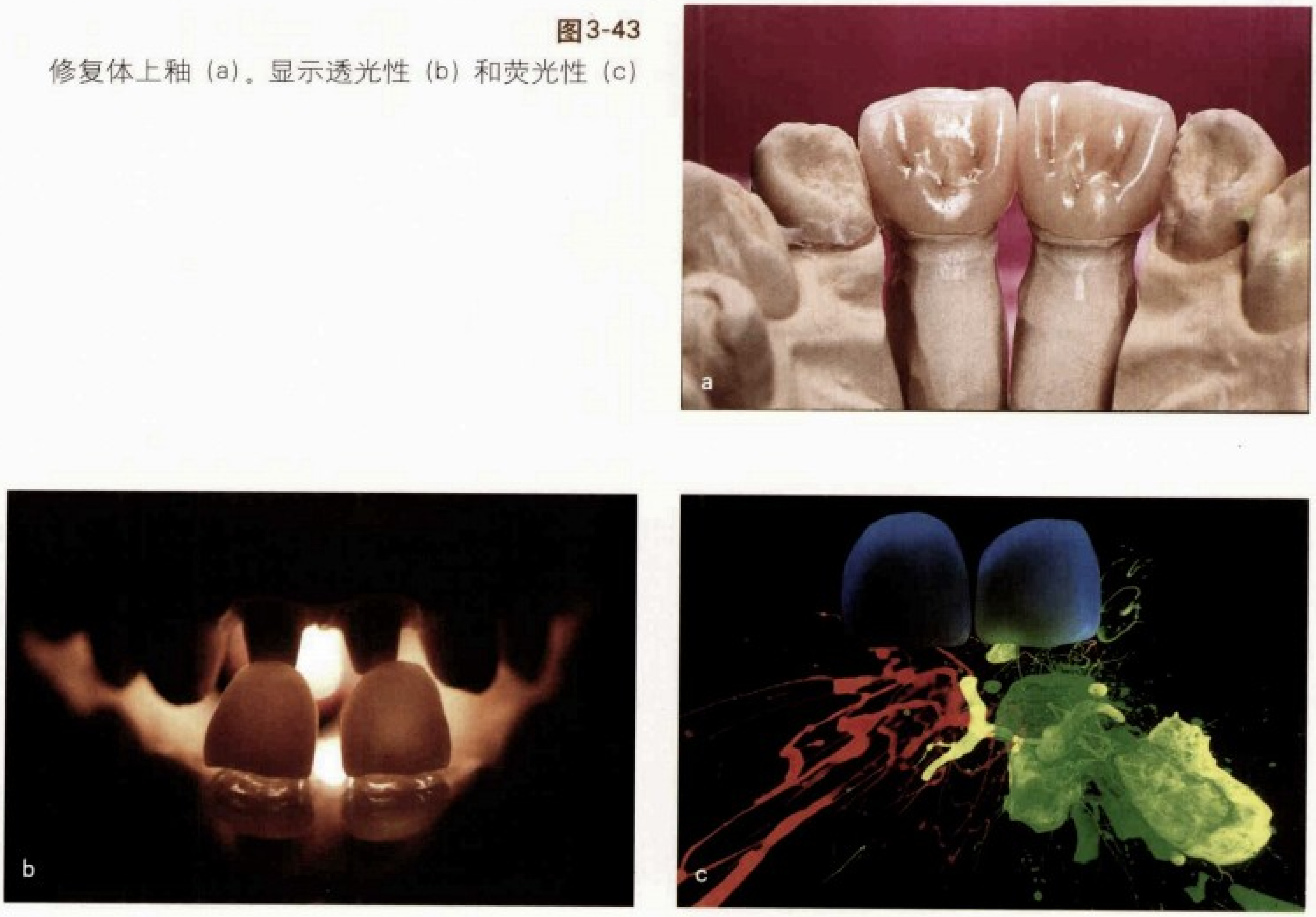
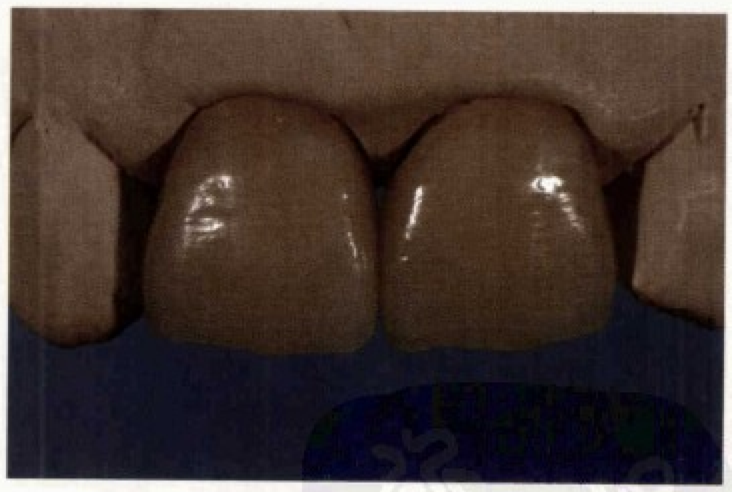


图3-44
修复体在石膏模型上就位



公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注



图3-45
第一副冠太不透明



图3-46
第二副冠过暗



图3-47
第三副冠也是最终修复获得了临床可接受的配色



图3-48～图3-50
术后临床照片显示修复体最终就位





公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

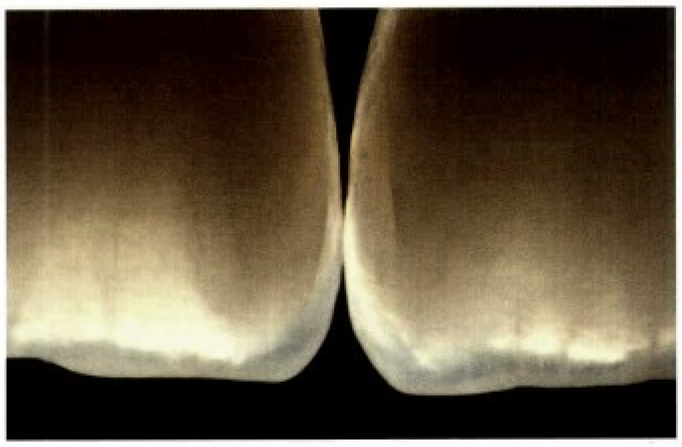


图3-51
天然牙的透光性，显示在有色的牙本质周围的牙釉质透明层

复合树脂直接修复的特殊考虑
Special Considerations for Direct Composites

虽然许多人选择瓷作为修复材料，但复合树脂材料一直也受到青睐，因为复合树脂具有极好的美学效果、可接受的使用寿命和相对低廉的价格。[7,8] 另外，复合树脂直接修复可减小破坏性牙体预备或者不需备牙，适用于3，4，5类洞型修复，并可对牙齿形态、数目和颜色进行美学校正。

现代的复合树脂修复以天然分层概念为基础。[9,10] 追求效仿天然牙的典型光学和解剖特点。[9,10,11] 并强调使用专门模仿牙本质和釉质材料的重要性。[7,9,11] 根据这个概念，牙本质替代材料应该有如下特性：

- 单一遮色性
- 单一色相
- 高饱和度
- 荧光性

牙釉质替代材料应该能模仿不同种类的天然牙釉质，在实践中分为三类：

- 年轻人釉质　白色调，高乳光，较低透光度。
- 成年人釉质　中性色调，少量乳光，中度半透明性。
- 老年人釉质　黄色或浅灰色调，较高半透明性。

当然，牙本质和釉质光学特征的描述对各种牙齿颜色材料的发展均有益（图3-51）。[12,13] 牙科陶瓷大师和生产厂商付出了大量的时间和努力来改进瓷粉，以期模拟出天然的这两种主要结构。[14] 然而，一薄层瓷仍常用于金属基底的饰面，

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

这样的结构和天然牙组织不符。但复合树脂修复材料的结构就更接近于天然牙齿。因此，分析或制作复合树脂系统时，天然牙可作为模型。

特殊层概念 Specific layering concepts

四种分层概念可用来指导复合树脂材料的操作。每种概念基于2～3层结构的特殊配置，适用于大的3、4类洞或切端重建。

- 基本层概念：修复体的主体部分使用一两种色调的材料（具有不同的遮色性但彩度范围相同），加上很少的切端材料或透明材料完成修复，例如Prodigy（图3-52）。
- 经典层概念：提供一层基本色调的牙本质替代材料（与牙本质的遮色性和彩度相近）和两层釉质替代材料，包括相同色调的釉质材料和切端材料，例如Herculite（图3-53）。
- 现代层概念：使用两种色调的牙本质替代材料（具有不同的遮色性）和一系列釉质材料，例如Esthet.x（图3-54）。
- 流行层概念：这是最近的也是最具前景的概念。依赖于两种基本牙本质和牙釉质材料，能够非常近似地复制天然组织的光学特性。在其中插入效果材料，产生特殊染色，形成与天然牙齿解剖结构相同的空间形态，例如Miris 或Vitalescence（图3-55）。可用单一色调牙本质材料（如接近Vita A的通用型牙本质色调），但要有大的彩度范围（通常超出Vita范围），遮色性与天然牙齿相近。加强色或效果色材料的使用有助于表现特别的解剖特性，改善最终的美学效果。最常用的效果材料是蓝色（加强复合树脂的天然乳光效果），金黄色（增加修复体局部的彩度）和白色（模拟白点或钙化不全）（图3-56）。这个步骤不仅是临床需要，也可产生极好的美学效果。

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

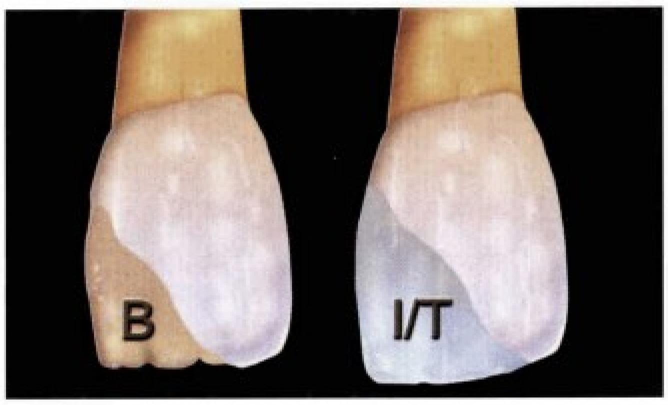


图3-52
基本层概念。体部材料（B）被切端材料或透明材料（I/T）覆盖

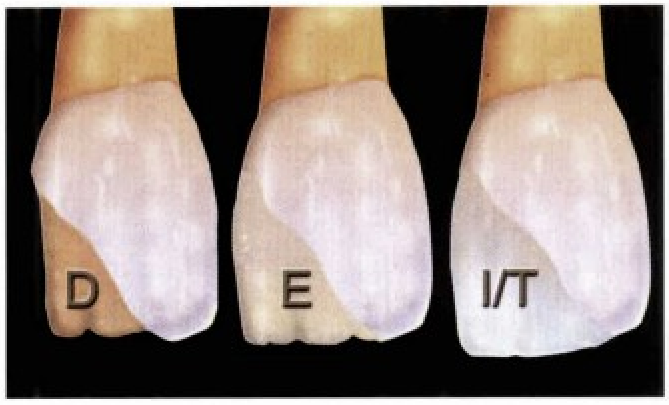


图3-53
经典层概念。修复体主要由两种具有不同遮色性的颜色材料制作。第一，牙本质层（D），有较强的遮色性和较高的彩度；第二是所谓的釉层（E）。最后，表面被切端材料或透明材料覆盖（I/T）

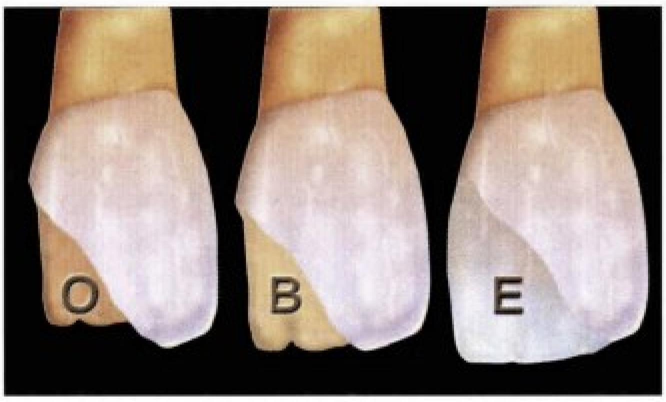


图3-54
现代层概念。两种牙本质材料：第一种是遮色层（O），置于预备体最内部，第二种是较小遮色性的材料，用于体部（B）。釉质材料（E）用于表面

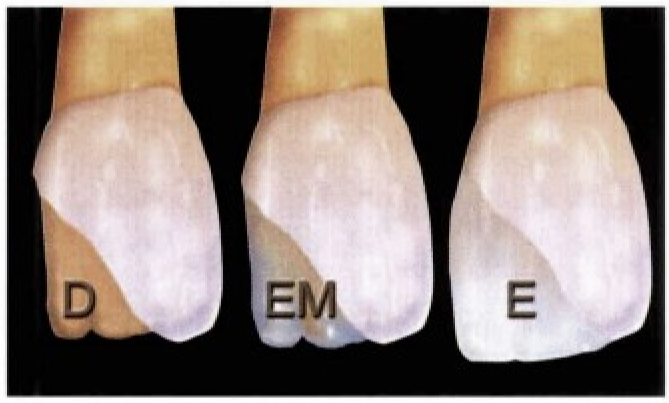


图3-55
流行层概念。修复体由两种截然不同的材料制成，这两种材料模拟牙本质（D）和釉质（E）的位置和光学特性。置于牙本质材料和釉质材料之间的效果染料（EM）完善了树脂系统，并提供了更好的美学效果

图3-56
用于内部特征染色即效果材料的Miris比色板



公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注



图3-57
牙齿用无氟糊剂清洁



图3-58
Miris牙本质比色板，遵循天然层概念



图3-59
选择牙本质彩度。为了选择最接近牙本质的彩度，将一系列牙本质比色板放置于天然牙旁边进行比色

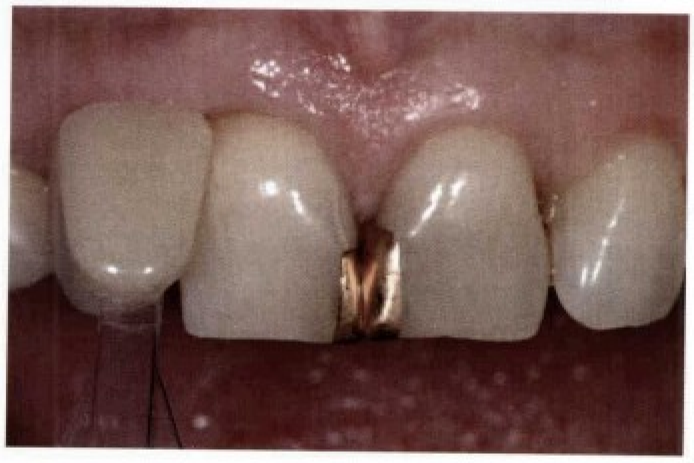


图3-60
将复合树脂比色板靠近牙颈部区域选择牙本质彩度，这里牙釉质最薄

颜色选择程序 Shade selection protocol

根据天然层概念，直接复合树脂修复体的颜色选择应该包括以下四步：

- 使用糊剂清洁牙齿（图3-57）。
- 使用复合树脂比色板在牙颈部选择牙本质彩度（此处釉质最薄）（图3-58～图3-60）。
- 通过简单的视觉观察选择釉质的色彩和半透明性（图3-61）。
- 结合两种材料展示最终修复效果，证实美学匹配（图3-62～图3-64）。

图3-65～图3-71显示了一个颜色选择的例子，使用流行层概念直接复合树脂修复锥形侧切牙。

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

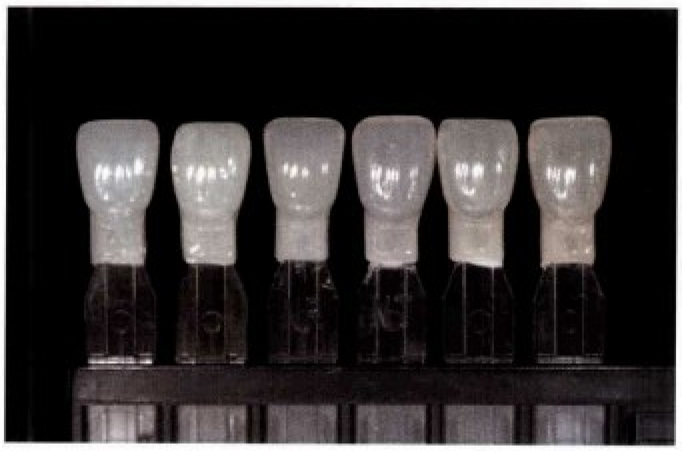


图3-61
Miris釉质比色板。目视观察即可选定釉质颜色。不必通过比较复合树脂样品和牙齿去确定牙釉质的颜色

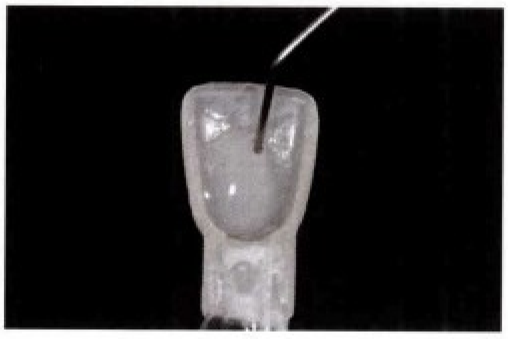


图3-62
在插入牙本质比色板前，在所选的釉质比色板上涂一薄层甘油凝胶



图3-63
牙本质和釉质结合的比色板与牙齿比较，决定配色是否准确



图3-64
2年后效果



图3-65
锥形右侧上颌侧切牙同时伴有近中修复体变色的术前照片



图3-66
牙本质颜色选择



图3-67
用牙本质插入釉质的比色板（中间涂一薄层甘油凝胶）与牙齿比色

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注



图3-68
侧切牙伴有龋齿



图3-69
腭侧釉质壁的重建



图3-70
依据天然层概念重建牙本质和唇侧釉质（注意切缘的蓝效果材料的使用）



图3-71
术后照片

总结 Conclusions

当使用传统方法比色时，每个操作者的知识和技术均会起作用。在颜色评定时由于高度主观性导致明显的多变性。新修复材料的发展伴随着物理和光学性能的提高，同时也强烈需要比色方法的改进。这两方面的因素以及临床医师因反复操作造成的椅旁时间浪费和效率损失[5]期待着更加客观的比色方法的出现。

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

摘要 Summary

- 传统比色法是最常用的比色方法，然而，它包含了很多主观性，经常导致比色失败，降低效率。
- 目前使用的传统比色板以几种不同的方法来确定颜色。
- 使用传统比色方法比色时，为获得最好的比色效果医师至少要为技工室技师提供8张参考照片：①面像；②大笑；比色板色型紧邻比色牙；③龈缘；④体部；⑤切端；⑥一张包含所有三个比色板色型的照片；⑦一个非常亮的色型；⑧一个非常暗的色型。

致谢 Acknowledgments

图3-14～图3-16，图3-23～图3-36，图3-38，图3-43a，图3-43c和图3-45～图3-50中的照片由Irfan Ahmad，BDS，Middlesex，UK允许使用。

"复合树脂直接修复的特殊考虑"一段中的文字和照片由瑞士日内瓦的Didier Dietschi，BDS，PhD；Stephano Ardu，DMD和Ivo Krejci，DMD，PhD，允许使用。

参考文献 References

1. Miller LL. A Scientific Approach to Shade Matching. Chicago: Quintessence, 1988.
2. Avery D. New shade-matching technology: The final piece of the shade communication puzzle. J Dent Technol 2003;20(6):34-35.
3. Miller LL. Shade matching. J Esthet Dent 1993;5(4):143-153.
4. Miller LL. Shade selection. J Esthet Dent 1994;6(2):47-60.
5. Chu SJ. Color. In: Gurel- G (ed). The Science and Art of Porcelain Laminate Veneers. Chicago: Quintessence, 2003:158-206.
6. McLaren EA. Provisionalization and the 3-D communication of shade and shape. Contemp Esthet Restorative Pract 2000;May:48-60.
7. Dietschi D. Free-hand composite resin restorations: A key to anterior aesthetics. Pract Periodontics Aesthet Dent 1995;7(7):15-27.
8. Fahl N. Optimizing the esthetics of Class IV restorations with composite resins. J Can Dent Assoc 1997;63(2):108-115.
9. Dietschi D, Dietschi JM. Current developments in composite materials and techniques. Pract

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

Periodontics Aesthet Dent 1996;8:603-614.
10. Dietschi D. Free-hand bonding in the esthetic treatment of anterior teeth: Creating the illusion. J Esthet Dent 1997;9(4):156-164.
11. Dietschi D, Ardu S, Krejci I. Exploring the layering concepts for anterior teeth. In: Roulet JF, Degrange M (eds). Adhesion: The Silent Revolution in Dentistry. Chicago: Quintessence, 2000: 235-251.
12. Winter R. Visualizing the natural dentition. J Esthet Dent 1993;5(3):102-117.
13. Chiche G, Pinault A. Esthetics of Anterior Fixed Prosthodontics. Chicago: Quintessence, 1994.
14. Sieber C. Voyage. Chicago: Quintessence, 1994.
15. Dietschi D. Layering concepts in anterior composite restorations. J Adhes Dent 2001;3:71-80.

（郭　航　译）

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

4 科技比色
Technology_Based Shade Matching

本章内容：

- 科技比色系统的发展 /78
  Development of technological shade systems
- 颜色测量系统 /80
  Measurement systems
- 科技比色系统类型 /82
  Types of technological shade systems
- 比色操作步骤 /87
  Step_by_step process
- 推荐程序 /92
  Recommended protocol
- 目前使用的仪器比色系统规格 /98
  Specifications for currently available technological shade systems



公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

精确的色彩交流是修复体美学和谐以及整体成功中不可或缺的部分。传统比色过程中只能做到比色信息的部分传递，而计算机辅助的色型分析装置在色彩感知过程中作为光线-物体-观察者中（见第1章）的"观察者"使得更为精确的标准化可重复的比色成为可能。多项临床研究已经证实，和人眼色型评估相比，计算机辅助色型分析更为准确且一致性更好。[1] 曾有一项研究显示约80%的病人可以察觉他们的修复体与其天然牙间的差别，显示出对于更为准确比色的需求。[2] 这种普遍缺乏精确性的比色方法不应该被接受为标准。临床人员应该竭力追求修复体美学质量的提升。

科技比色的优势

- 无环境干扰
- 无光线干扰
- 结果可重复

科技比色系统的发展
Development of Technological Shade Systems

计算机、互联网以及通讯系统的技术发展极大地影响了当今社会，与此同时现代修复技术也获得了进展。在过去五年中，牙科人士已经体验到了新一代的色型分析、交流以及确定技术的发展。

由于色彩的抽象本质，一直以来为直接或间接修复体比色都是美学修复医师所面临的挑战。多年来，一些出色的色彩科学专家，如Bergen、Preston、Miller和Yamamoto，都在试图寻找能够更加客观的量化色彩的方式。Bergen在其从业过程中试验使用分光光度计和计算机进行标准化分析的尝试。[3] Miller使用点光源分光光度计对离体牙的色型和现有比色板进行校正。[4] Presten证明在色型分析时需要保证光线的量和质，尽管如此各种比色板产品之间也是不一致的。[5] Yamamoto为松风ShadeEye比色仪及其后的松风NCC（自然色彩概念）系统的发展中做出了贡献。[6]

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

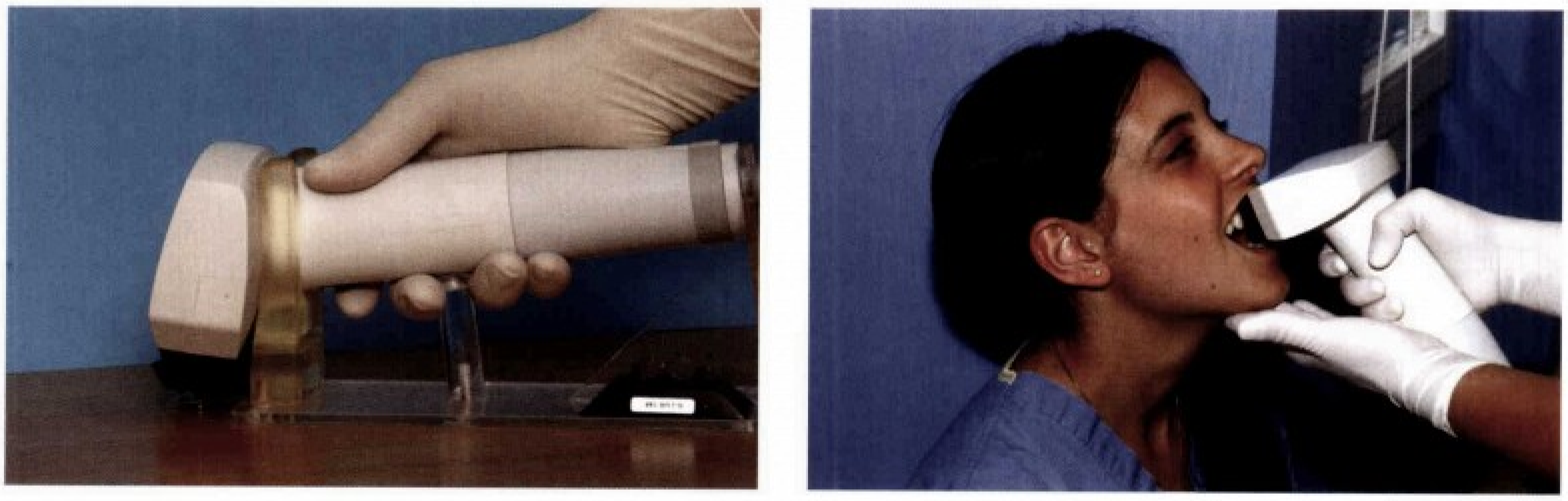


图4-1和图4-2

SpectroShade系统是世界上第二套可以测量整颗牙表面的商业系统

在20世纪90年代后期，一家名为cortex machina的公司在加拿大蒙特利尔成立，并开创了牙科领域中的一项新工业——商品化的科技比色指导系统。Cortex Machina公司是由一组来自McGill和Cornell大学的专家创办的，致力于人工视觉技术的开发。其中的牙科技师Denis Robert解决了提取色型以及医技间交流的问题。公司接下来开发的色型分析技术是第一次开始向能够识别整颗牙齿表面色型的整体的分析系统努力。Chu和Tarnow[7]报告了以原形Cortex Machina样机即用RGB数码相机技术推断色彩性质的临床应用，并在一个修复单颗上中切牙的病例中比较了传统比色技术和科技比色技术（基于仪器测量色度值的选色技术）。作者发现科技比色系统能提供更多精确数据，使各种技术经验层次的技师制作出色彩相配良好的修复体。Cortex公司后来和一家专攻CAD/CAM的加拿大公司Cynovad合并。 第一代全牙表面颜色地图测量分析系统是由MHT光学研究所于2001年研制的SpectroShade系统（一种分光光度计）（图4-1和图4-2）和X-Rite公司2002年推出的ShadeVision系统（一种色度计）（图4-3和图4-4）。

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

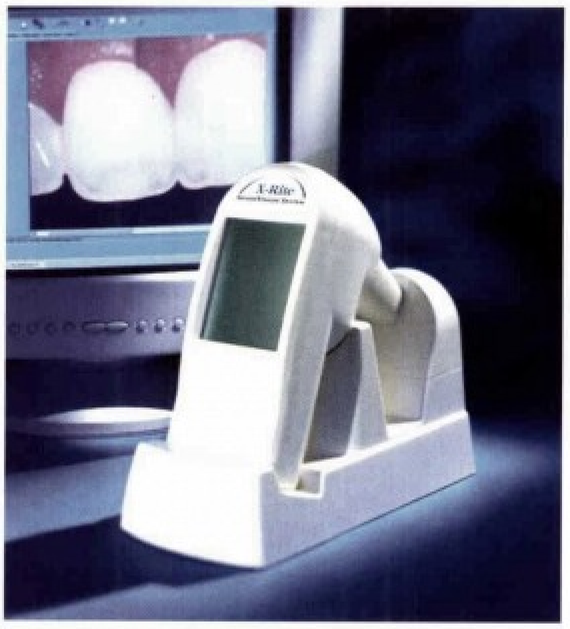




图4-3和图4-4

ShadeVision储存色调、明度和饱和度，可以有效测量牙齿色型。它的光学采集装置小而轻，且易于操作，可用于采集前牙列区域的图像

今天的数字色彩分析系统试图模仿人的视觉系统并希望消除负面视觉幻想效应带来的干扰以获得精确和具有可重复性的信息，使技工中心可以制作出精确比色的修复体（见本章末表4-1所示目前所用系统规格）。另外，数字化色型采集装置可以用作记录美白治疗的结果。

颜色测量系统 Measurement Systems

点测装置（spot measurement，SM）可测量牙齿表面的一小块区域，而全牙测量装置（complete-tooth measurement，CTM）可以测量整颗牙齿。对于点测装置来说，其光学装置的光圈大小或者直径（一般为3mm^2）决定了可以测量多大面积的牙齿并进行色型测量（中切牙的平均表面积为80～100mm^2）（图4-5和图4-6）。尽管由于牙齿色彩结构的不均一性会使数据不完全一致，但也可通过牙科人员使用点测装置进行多次测量而获得一整颗牙齿的综合色型图。因此，点测装置最适合作为比色步骤中的附属工具表现色型的变化趋势。此类的点测技术产品有松风ShadeEye-NCC 色度计系统和维他 Easyshade 系统。

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

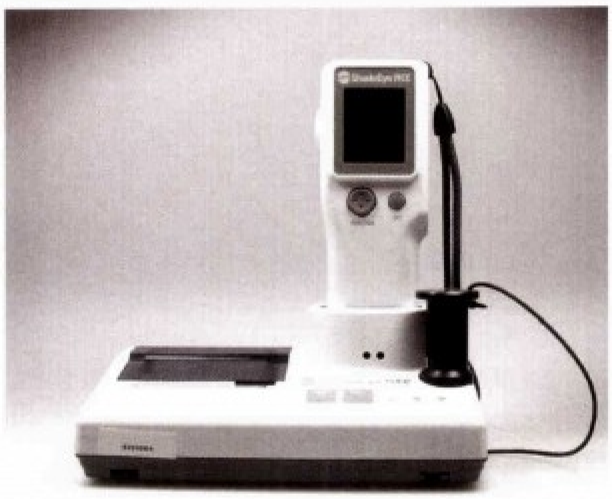
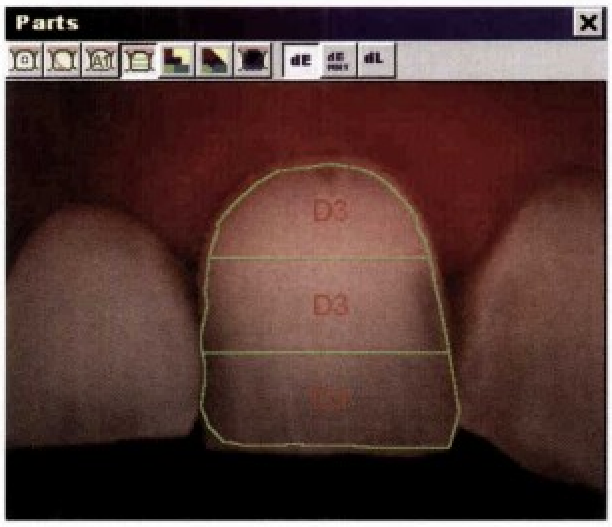


图4-5
松风ShadeEye-NCC系统[点测装置(SM)]



图4-6
在shadeEye-NCC系统中，光学采集装置位于设备的尖端，面积约3mm²。为整体色型分析获取到足够多的参照点，共需测量九个点（牙龈、牙齿体部、切端各三点）。这样做会因时间过长造成牙齿的脱水影响准确图像的获取



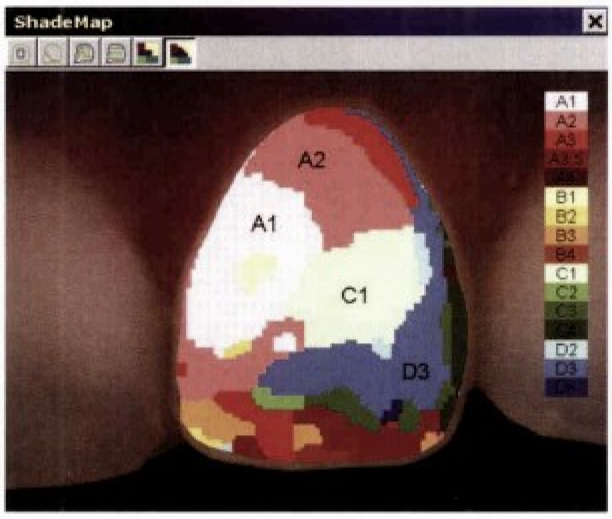


图4-7和图4-8
全牙测量装置(CTM)一次测量牙齿的整个表面并提供一张详细的色彩分布图

CTM 系统可以测量牙齿的整个表面并在一张图片中提供牙齿的色彩分布图(图 4-7 和图 4-8)。整体测量牙齿表面使操作者获得的传往技师处关于牙齿构造的信息具有更好的一致性和可重复性[1]（Chu SJ 等，2004 年未发表数据）。

CTM 装置相比 SM 装置提供了更多便利和更可信的数据。另外，多数 CTM 和 SM 系统价格上无明显差距，使得 CTM 装置的性价比要更高。

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

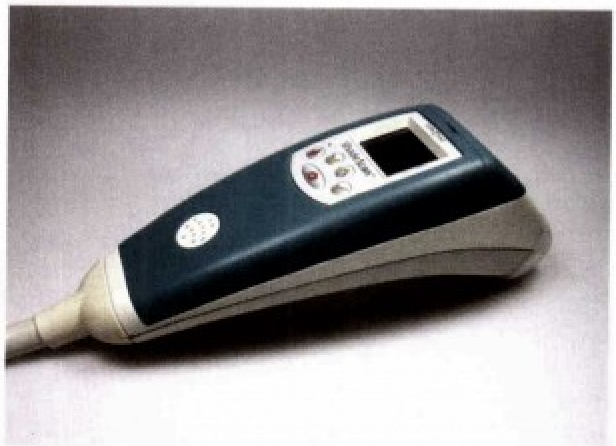


图4-9
Cynovad公司的ShadeScan系统是具有测量牙齿色彩功能的RGB装置

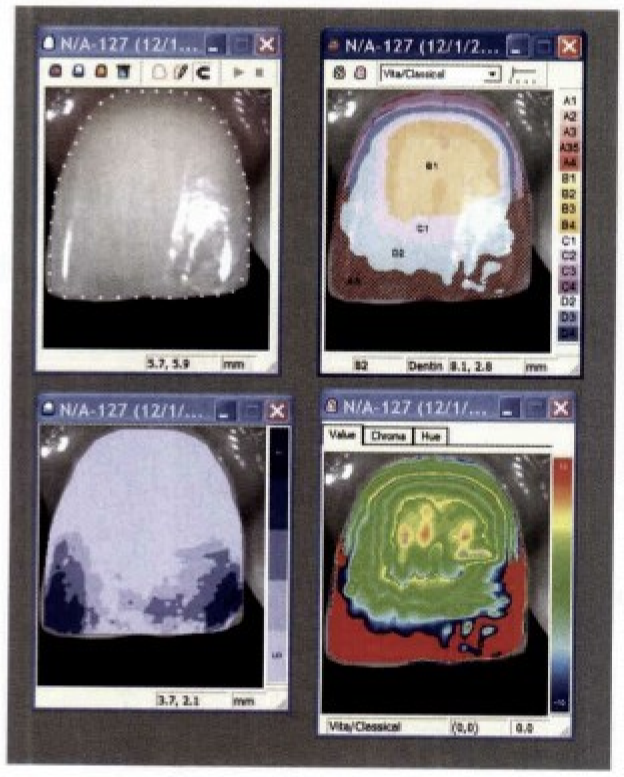


图4-10
ShadeScan系统在图像采集和数据分析后形成的报告

科技比色系统类型
Types of Technological Shade Systems

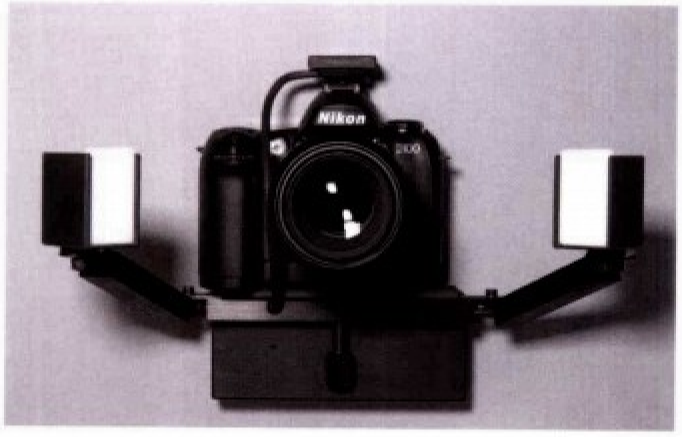
RGB装置 RGB devices

可以通过获取红色、绿色和蓝色图像信息形成彩色图片的装置，就像绝大多数的家庭摄像机或者数码相机，通常被称为RGB装置。数码相机和其他RGB装置可以用作最基本的电子色型采集，但一定程度上仍需人眼对色型进行确认。[1]

现在有多种方式可以将这类数据转化为牙科可用的色彩信息。[8] 然而，这些系统的固有问题是难以控制与精确色彩测量相关的一些关键变量。最具代表性的问题是，色彩是由诸如相机等多种途径获取的RGB数据及采集到的图像中的参考信息合成的。由于RGB装置不是测量设备，所以它们所获取的色彩信息的准确性（可靠性）值得怀疑，甚至是推断获取影像的色彩性质。这些系统可以为技师提供一个初始参考，但是不应该被单独作为牙齿色型的决定标准。Cynovad公司的ShadeScan系统是RGB装置的代表（图4-9和图4-10）。

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

图4-11
数码相机可用于拍摄参考图像，对于色彩交流是极为重要的。使用侧向闪光灯可以使图像的深度及层次更好



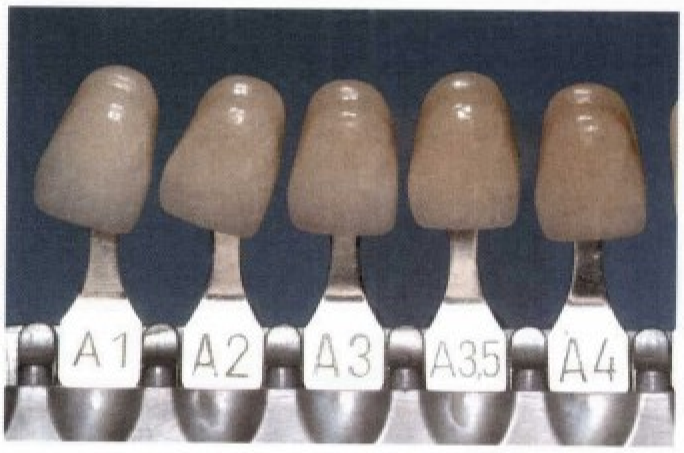




图4-12和图4-13
传统比色板的数码图像可以作为加强医技之间交流的参考工具

数码相机：尽管数码相机在牙科领域的应用尚不普遍，但数码摄像正在全球范围内大量普及。目前在牙科领域数码摄像的应用还没有系统化，没有操作规则或是标准。

但数码摄影，就像许多工业中较新的电子技术一样，在牙科操作中具有明显的优势。数码相机极为高效和易于使用，但是要想充分发挥其功能，需要操作者对计算机和摄影技术有一个基本的了解（图4-11）。训练工作人员拍摄及处理图像可以提高效率，并使医师和患者均受益。[9] 数码摄影将成为医师和技师量化色彩时的理想辅助工具，例如，这些系统经常用来拍摄传统比色板的参考图像以增强医技之间的交流（图4-12和图4-13）。同时，参考图像可以反映牙齿的透光性、不透明性（图4-14和图4-15）及表面质地（图4-16），所有这些都可能影响对牙齿色型的感知和记录。这个信息对于技师是重要的，因为他将把这些特征整合入修复体，进而提升其美学效果。但是，在色彩分析中单独应用数码相机是没有意义的。

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注



图4-14
透明度高的牙齿通常感觉较暗



图4-15
不透明度高的牙齿通常感觉较白



图4-16
牙齿的表面质地也能影响色彩的感知

要牢记个体的数码相机，就像个体的人一样，会有表现色彩的差异，非常难于标准化。另外，诸如光线和拍摄角度等因素都会影响相机对色彩的感应。因此，数码摄影应该仅为其他技术的辅助，或者拍摄恒定光线下的参考图片为色彩分析提供更多信息。

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

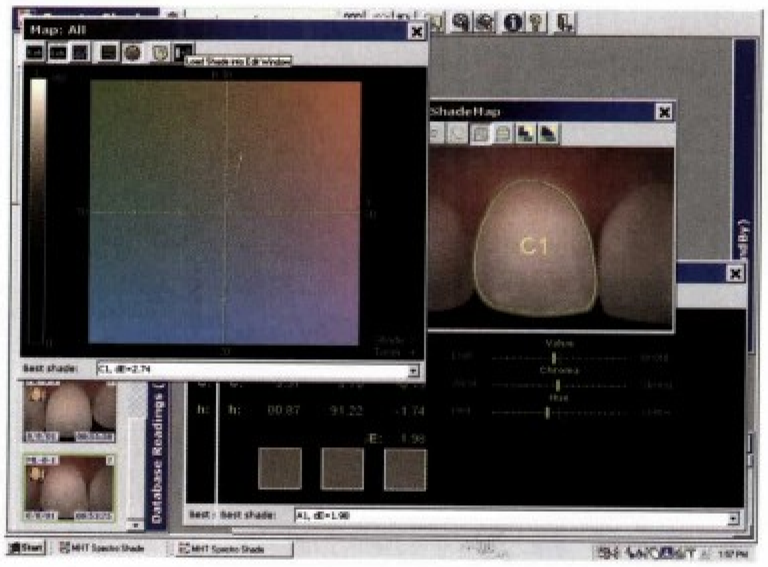


图4-17
通常分光光度计提供的数据很难翻译成日常牙科的语言。然而，这种设备提供的参数和数据在研究领域中极为有用

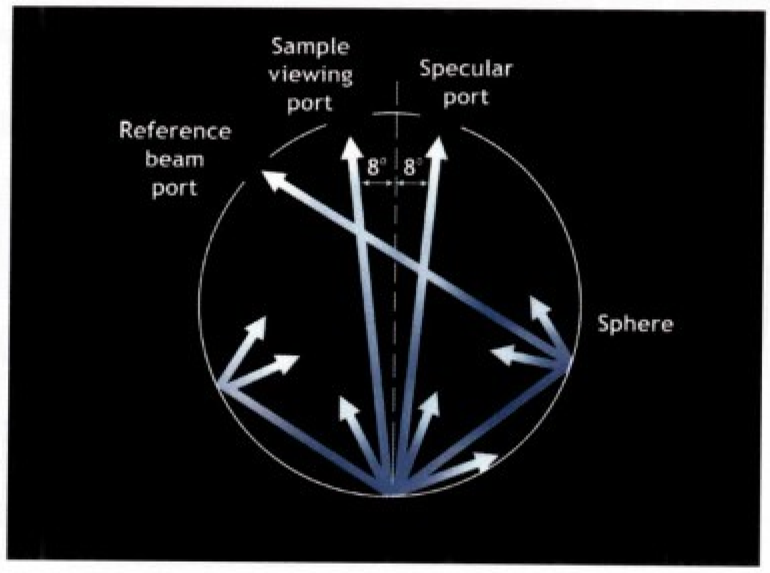


图4-18
使用球面光学技术的分光光度计进行有效的实验室研究。这种360° 光线照射不能用于牙科目的
Sphere：球体
Reference beam port：参考光束口
Sample viewing port：样品观察口
Specular port：镜面端口

分光光度计 Spectrophotometers

分光光度计测量并记录特定时间点某一波长的光对于一个物体在完整可见光谱中各种亮度、饱和度和色调下的反射光或透射光。分光光度计所获得的大量信息必须经过处理，精简数据量并将数据转化为可用格式，如一条光谱曲线（图4-17）。[14]

设备过于昂贵和复杂限制了分光光度计在牙科研究及临床中的应用，而且直到最近，用这些设备在口内测量牙齿的颜色还是比较困难。用于研究的最好的分光光度计使用一种被称为球面光学的原理，物体被放置在分光光度计中，并且曝光于各种角度方向射来的光线（图4-18）。这是物体反射性能的最准确精细的光谱分析。然而，由于牙齿不能被放置在仪器中，因此，分光光度计在牙科领域无法进行类似的360° 光线照射，代之以直射向牙齿表面的光线。

在反射分光光度计中，有两种基本光源设定：光线0°射入，观察者位于45°（0/45）或者光线自45°射入，观察者位于0°（45/0）。由于口腔的限制，临床中只能应用45/0位（图4-19）。

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

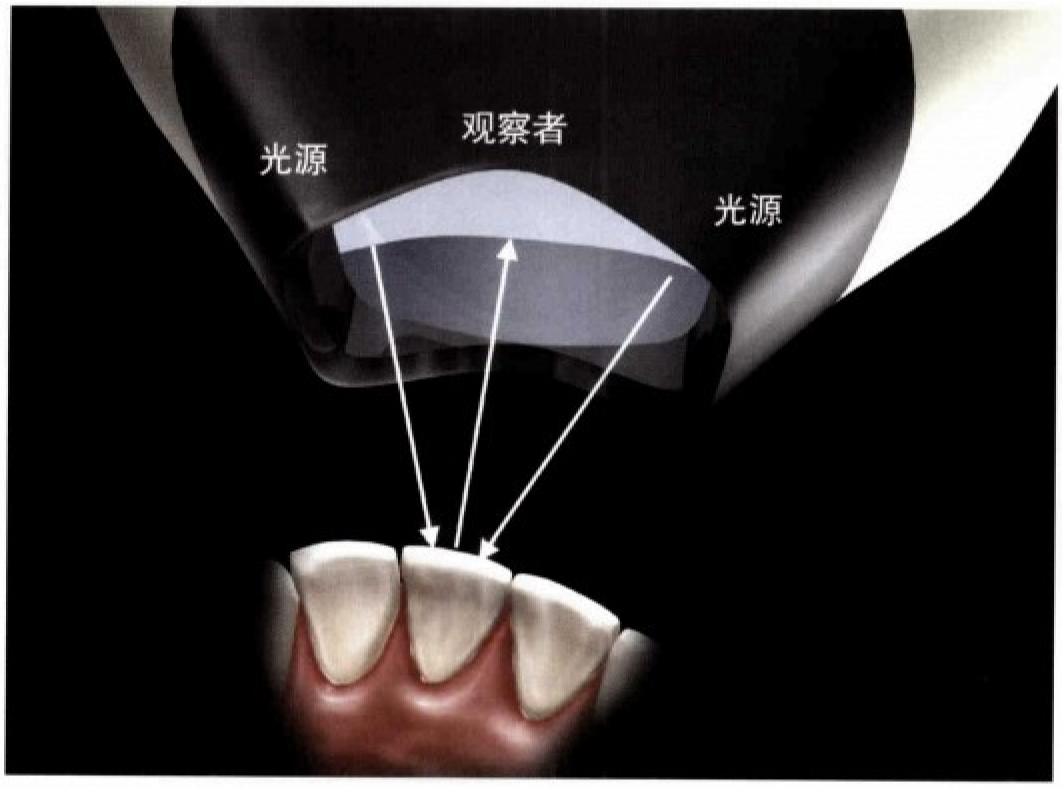


图4-19
45/0位（光线自45° 射入，观察者位于0° ）是最适用于临床的分光光度计

MHT 公司的SpectroShade 系统就是分光光度计临床应用的代表。SpectroShade 系统使用两台由光纤连接至分光光度计的数码相机来测量牙齿的颜色。并用多模式双光束装置为牙齿提供照明获取其透明率和反射率。[15] SpectroShade 系统可以用先进的色彩图像显示色彩结果。

色度计 Colorimeters

在多数体内外天然牙及陶瓷颜色的牙科研究中都使用了色度计。这种设备被设计用于像人眼感知一样直接测量色彩。[16-20] 色度计通过过滤可见光谱中的3个或4个区域的光来决定物体的颜色。色度计的设计难度较大，而且一旦制作不当，与分光光度计相比其精确度较低。但是，设计优良的色度计如X-Rite' s公司的ShadeVision系统，因其仅储存色调、亮度和饱和度三点信息取代了分光光度计的16点乃至更多的反射光数据使其具有更好的数据效率。[1] 另外，色度计可以在和分光光度计保持相似传递精度的同时通过避免不必要的分光光度计相关色彩图数据载入而缩短时间。ShadeVision系统可以提供简便、可信的牙齿色彩

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

测量信息并使临床和技工中心的交流准确、可量化，和传统比色技术相比明显提高了获得精确的比色的可能性。

如前所述，脱水的牙齿表面将明显影响色彩的感知，特别是亮度的感知。牙齿的表面越光滑（反射光越多），看起来越亮。为了克服这一问题，一些系统使用滤镜去除表面眩光。不使用滤镜的比色系统经常会将色彩的亮度记录的过高，造成误差。

比色操作步骤 Step-by-Step Process

分析 Analysis

绝大多数科技比色系统使用国际光照委员会（*Commission Internationale de L'Éclairage, CIE*）$L^*a^*b^*$ 系统中的 ΔE 来决定牙齿和为其选定的色型间的颜色差别。ΔE 是 CIE $L^*a^*b^*$ 色彩空间中所比较颜色间的最小距离，由以下公式计算：

$$\Delta E = (\Delta L^{*2} + \Delta a^{*2} + \Delta b^{*2})^{1/2}$$

其中 L^* 代表明亮度（从白到黑，类似于明度），a^* 代表红 - 绿轴（正值为红色，负值为绿色），b^* 代表黄 - 蓝轴（正值为黄色，负值为蓝色）。ΔL、Δa、和 Δb 以及总色差 ΔE，在 ShadeVision 系统和 ShadeEye 系统中由图形表示，而在 SpectroShade 系统中由数字表示。另外，SpectroShade 系统可以让医师根据不同的 ΔE 值选择色型，这样可以提高初始选择色型时的精确性（图 4-20）。

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

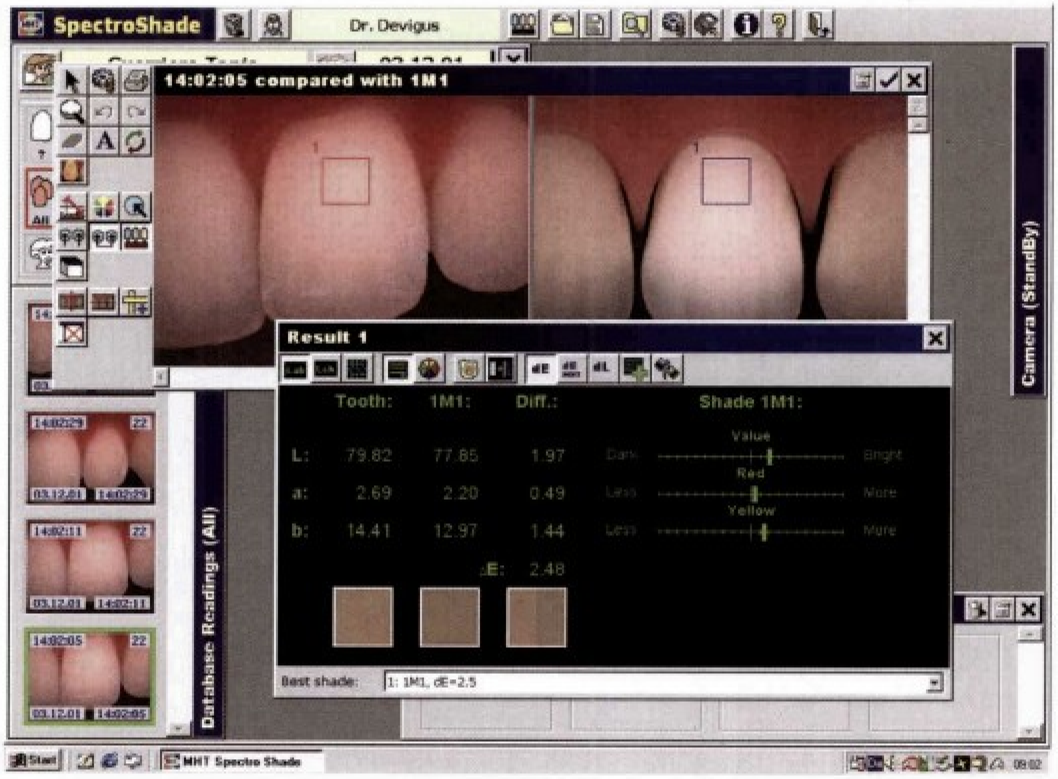


图4-20

SpectroShade系统获得的ΔE值可以量化所选色型和待选色型间的差异。最小的ΔE值是最理想的，因其意味着最贴近的匹配。ShadeVision系统通过名为shadeMatch的软件也能实现这一提供ΔE值的功能

使用数码色彩分析，目的是得到尽可能小的ΔE值，即为牙龈、牙体和牙齿切端部分获得最精确的比色。需注意的是ΔE值是没有方向性的，例如，它并不能显示一个色型是比另一个亮还是暗。ΔL（明度）是最重要的参数，因为人眼对亮度的变化要比色调的变化更敏感。ΔL<2.0、ΔE<4.0的比色是临床上可以接受的。[1]

数字色彩分析比传统方式更迅速、更客观。色度计或者分光光度计将色彩电子化，自动生成色彩地图，可以在直观下进行确认并发送到技师处。

色彩分析同样用于选择修复体材料。像第2和第3章中提到的，不同材料的固有特性将极大的影响修复体的色彩。

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

交流 Communication

医技之间的高水平交流是修复体最终结果的可预测性及获得成功临床病例的基础。在医技交流中主要有两点：

- 管理交流：如经费安排、指定制度、提交日程和收费。
- 技术交流：如研究模型、诊断性蜡型、殆记录、比色板、计算机辅助色彩设计和拍照。

尽管良好的管理交流对于与一个技工室保持良好的工作关系也非常重要，但本书主要介绍技术交流。

由于应用科技比色系统获取标准色彩分析报告，所有交流可以通过电子形式来完成，明显促进了交流，并使之流畅。例如，ShadeVision 和 SpectroShade 系统可以很方便的采集图像，然后上传数据到医师的个人电脑中进行处理。这些信息可以很方便的通过 E-mail 或者传真发送到技工室，技师可以依据客观数据来制作美观的修复体。

尽管科技比色系统采集了大量的色彩信息和细节，但是参考图像也应该连同色彩数据一同发送给技师，使得技师能够有足够的信息精确地制作修复体。仅有数据并不能为确保比色准确提供足够的信息。

解释 Interpretation

技师应在制作修复体之前分析色彩分布图和参考图像。由于对比色系统所提供报告的分析取决于技师的知识和技术，仍带有主观性，故对其解读会有很大不同。另外，技师必须考虑很多会影响对修复体颜色感知的因素，例如表面质地、解剖形态、表面光泽和荧光性。

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注



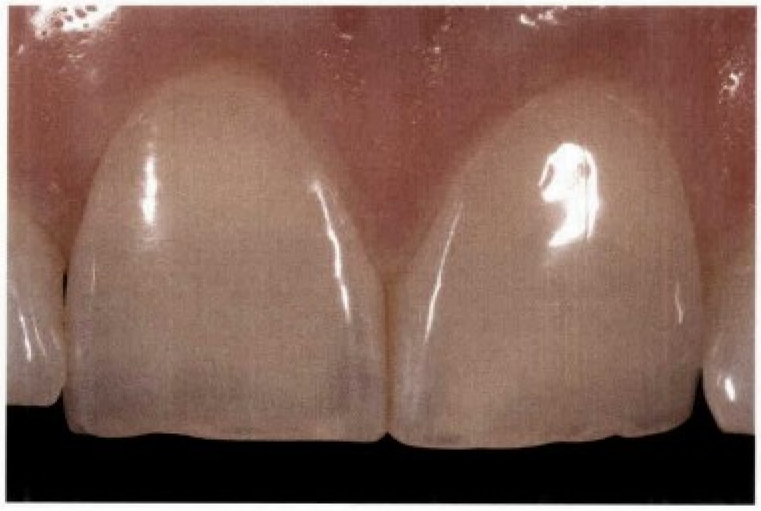


图4-21和图4-22
如果想制作逼真的修复体，必须注意到牙齿的构造会随着年龄变化。图4-21显示了青年牙齿的长方形特征，图4-22则显示了一个年龄大些的患者的更聚拢和三角形的牙齿

修复体的制作 Fabrication

制作修复体的时候，技师除了需考虑色型的选择还有所选修复材料的内在特性，而且要实现适当的透光性和不透明性。每颗牙齿表现出不同的透光性需要依靠修复材料来模仿。分析透光性分布图可以帮助决定修复体上透光区和不透明区的理想比例。同样重要的是修复体能够恰当表现患者年龄的颜色和外形。在口腔环境中，与年龄相关的因素如牙周支持组织的改变和牙体磨耗会影响一颗牙齿的整体外形。

青年人的牙齿外形通常是长方性的（图4-21）。随着年龄的增长，切端磨耗以及牙本质暴露导致牙齿外形更趋聚拢和三角形（图4-22）。另外，青年的牙齿表面特征都很明显，牙齿表面呈现较为粗糙的外观。而老年人的牙齿因持续的磨耗和磨损使表面质地更光滑、平整。

年龄还从以下方面影响牙齿的颜色：

- 透过变薄的釉质，牙本质得以更加显现（图4-23）。
- 矿化程度的提高使得牙齿的不透光度更高（图4-24）。
- 随着年龄增长牙本质变得浑浊、色深（图4-25）。
- 随着年龄增长年轻病人的牙齿由高明度、白色变为低明度、橙色，再变为低明度、棕色（图4-26）。

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注



图4-23
随着年龄增长，牙齿由于磨耗导致釉质变薄、透光性增加，牙本质的结构变得更为清晰



图4-24
随着年龄增长，牙齿矿化导致不透光性增加



图4-25
随着年龄增长，透过牙本质的光散射减少，导致外观浑浊以及色调饱和度的加深



图4-26
随着年龄增长，牙齿变为低明度、橙色，后又变为低明度、棕色

验证 Verification

由于先进技术的应用，显著提高了对修复体颜色的验证效果。例如ShadeVision系统具有虚拟试戴功能；SpectroShade系统具有修复体色型验证模式，可以让技师在将修复体送交临床医师前进行电子化的修复体美学效果验证。这些都保证了在患者到来前即确定修复体的颜色准确，并减少返工的情况，不辜负患者的信任。点测装置可以辅助技师确认陶瓷的表面颜色，但只是特定区域，不可能覆盖整个表面。

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

推荐程序 Recommended Protocol

下列推荐原则是基于应用ShadeVision技术的。本章末的表4-1和附录中的临床病例中会有其他数字比色技术的更多详细信息。

临床操作过程

1. 将仪器从固定架上取下。
2. 在仪器的显示屏上选择将要测量的牙位（图4-27）。
3. 使用拇指和示指作为支点使仪器尖端对准牙齿表面（图4-28和图4-29）。
4. 直视下确认仪器尖端对准了需测量牙齿表面的正确位置。为了实现最精确的测量，ShadeVision的尖端需要：
   - 紧贴牙齿和牙龈区域，和牙齿直接接触。
   - 平齐垂直于牙面。
   - 和牙体长轴平行。
5. 在触摸屏上按“target”键。
6. 使用视线界面来调整位置，条状图像会显示从100%到0。当达到0时，保持设备稳定直到听到哔哔声。
7. 检查图片确认：
   - 目标位于屏幕中央。
   - 图像不模糊。
   - 没有舌、嘴唇、对颌牙齿或者操作者手指的图像。
8. 按“accept”键继续或者按“cancel”重新采集图片。
9. 通过传真、传统邮件等方式将E-mail、光盘或者打印结果工作订单发送到技工中心。如果使用E-mail的方式，技师可以很方便的双击将信息下载至ShadeVision数据库（图4-30～图4-34）。

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注



图4-27
可以通过触摸Shade-Vision仪器的显示屏来选择要测量的牙位



图4-28
仪器被放置在牙面上，用拇指和示指作支点

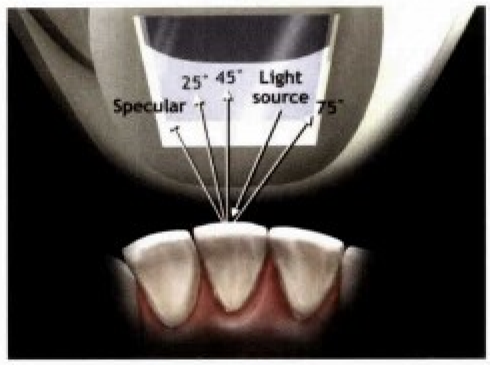


图4-29
仪器的尖端将通过收集多角度的反射光来分析牙齿的特征

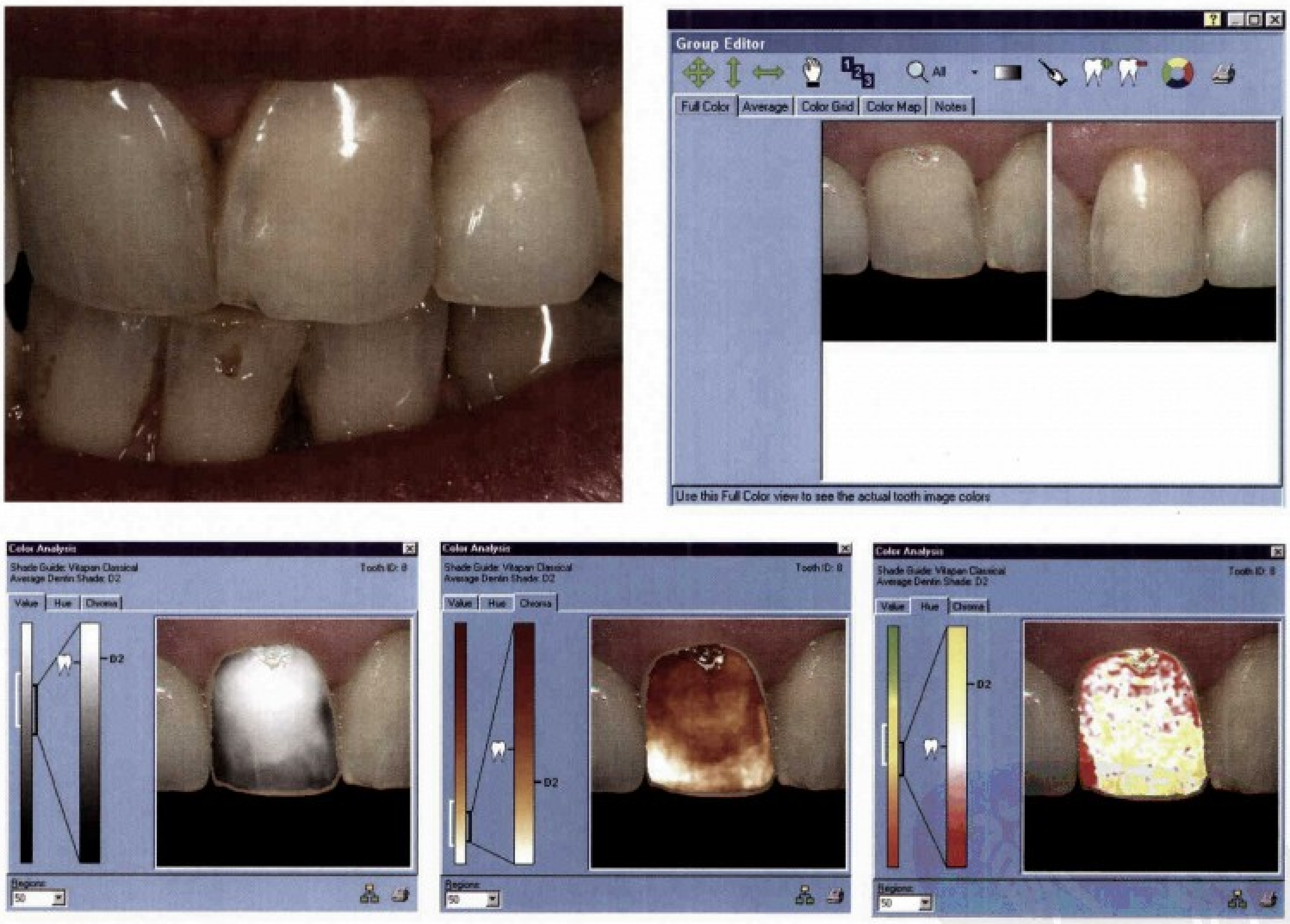


图4-30～图4-34
ShadeVision系统中，数字色彩信息可以很便利和准确地通过E-mail在临床人员和技师间传递

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

技工室部分

1.技师分析色彩信息并制作修复体（图4-35）。

ShadeVision系统内置了软件分析程序，其默认数据为较浅色色型数据。如果修复体颜色过浅，医师和技师可以选择提高其饱和度、降低亮度（这要比使颜色过深的修复体变浅容易）。

2.技师将修复体放在专为辅助技师确定修复体颜色准确性而设计的ShadeVision修复体支架中，按照从步骤1～8检测修复体颜色（图4-36）。

3.技师使用ShadeVision软件工具检查校验所有测量过的牙齿，如果牙齿的颜色可以接受，点击绿色按键继续。

4.使用模拟修复软件将临床上的原始图片连同技师的修复体照片一起上传。这个模拟试戴功能可以让技师参照原始图片直观检查。修复体（图4-37）。如果显示器上的比色可以被接受，那么将来在口内也会是一样。但是，要获得完美的比色单纯依赖仪器是很困难的（图4-38）。

5.技师对照确认订单上的信息，必要的情况下加上注解送交医师。

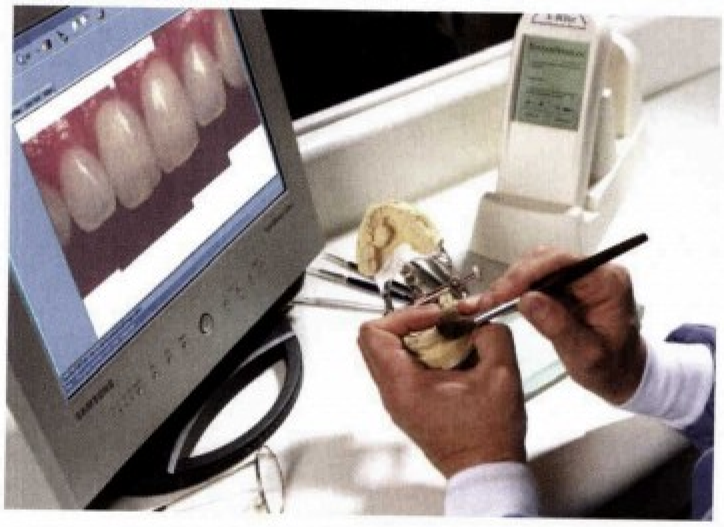


图4-35
技师参照数字色彩数据制作修复体



图4-36
在技工室内，将修复体放在支架中进行扫描

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

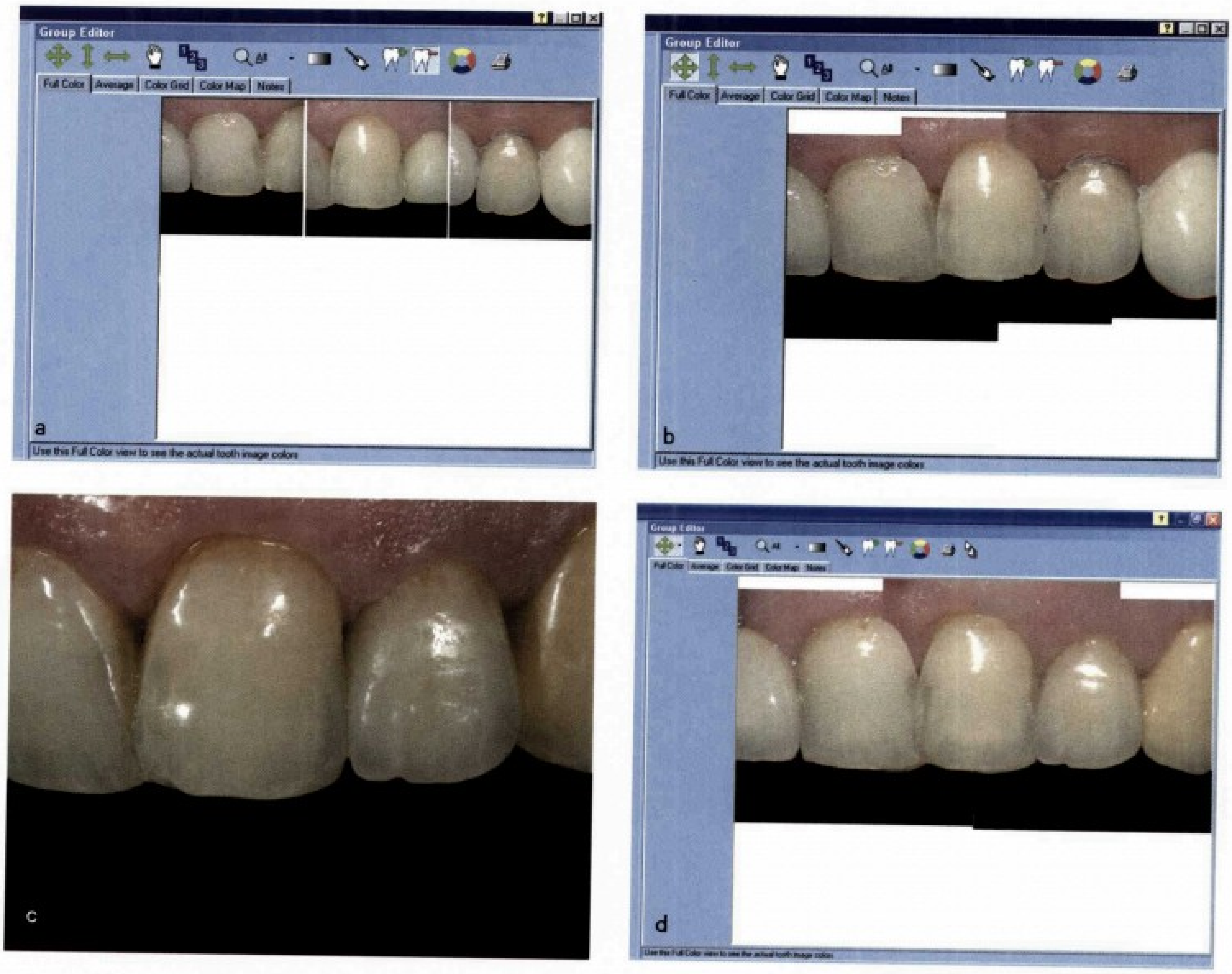


图4-37

模拟试戴技术。可以让技师在修复体被送回医师处之前进行比色确认。这样节约了时间，减少了差错，增加了椅位的利用率，使得临床工作更加轻松愉快。(a)：图片被组合前的模拟试戴；(b)：图片组合后的模拟试戴；(c)：修复体的临床照片显示比色的良好视觉效果；(d)：模拟试戴模仿了修复体就位后的情况。技工室模拟试戴和图片b中的显示如此接近，证明了这一功能的准确性

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

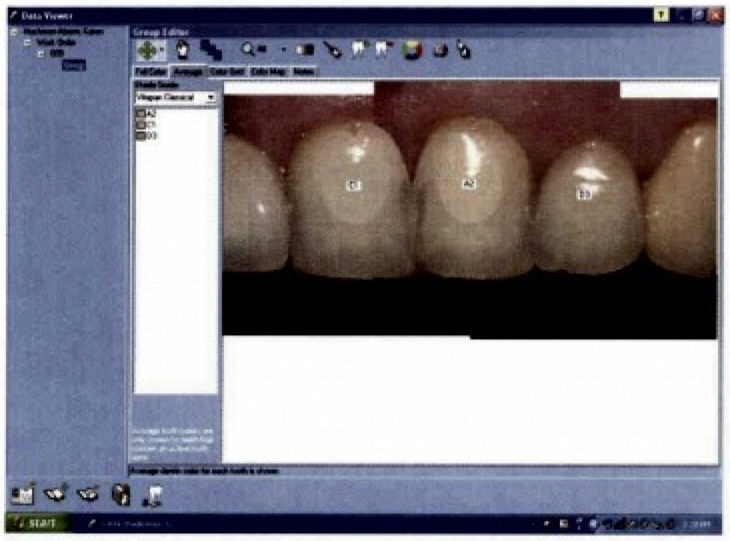


图4-38
ShadeVision系统的最终分析显示尽管比色为临床所接受，但是修复体并未完美的与牙齿匹配。如果同时应用传统比色技术和仪器比色技术可能会有更好的结果（见第5章）

总结 Conclusions

科技比色系统为修复医师在完成高度美学仿真修复体中提供了明显的便利。报告更加客观，图像的采集时间更短，而且多数系统都可以在修复体送回临床前进行颜色的确认。（详见表4-1显示目前所用各种系统。） 现在这些系统的最大缺点是成本高，影响了它们的广泛应用。另外，数字色彩采集方面的有效性还需要进一步的临床研究。但是，这些系统所具备的优势，例如无偏差的色型采集及消除了由于人视觉系统造成的误差，都使投资物有所值，而且就像即将在下文中探讨的一样，联合使用传统和仪器比色技术可以保证质量的控制。

另外，将来仪器比色系统可能会用于陶瓷和复合材料制作的标准化，从而解决现今由于材料本身不稳定造成的一系列问题（见第2章）。这些系统的用途还可能被继续扩展；但是，必须牢记人的分析技能永远也不会被完全取代。只有临床医师才能通过对话确切了解患者的愿望，而且这一步骤对于治疗的成功永远扮演着重要角色。

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

摘要 Summary

- 仪器测试颜色系统增强了色型的分析和交流。
- 色彩仪器采集系统主要有三类:RGB 设备、分光光度计和色度计。
- 数字色彩分析系统为色型评估建立了更客观的标准，消除了操作中的误差。

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

表 4-1 目前使用的仪器比色系统规格* Specifications for currently available technological shade systems

产品	公司	测量	原理	点测	PC 成像	PC 软件	模拟试戴
ShadeVision	X-rite (Grandvile, MI)	全牙	色度计	有	有	有	有
ShadeScan	Cynovad (Montreal, 加拿大)	全牙	RGB 数码相机	无	有	有	无
SpectroShade	MHT 光学研究所 (Niederhasli, 瑞士)	全牙	分光光度计	无	有	有	无
ikam	DCM (Leeds, 英国)	全牙	RGB 数码相机	无	有	有	无
ShadeEye-NCC	松风 (San Marcos, CA)	点测	色度计	有	无	有	无
Digital Shade Guide	Reith (Schorndort, 德国)	点测	色度计	无	无	有	无
Easyshade	Vita (BadSackingen, 德国)	点测	分光光度计	无	无	可选	无

*该表不作为购买指南，其目的只是介绍目前市场上可用的各种系统。医师和技师在决定购买前应先根据其用途评估各种系统

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

E-mail功能	优点	缺点
有	无线，好的电话技术支持 优质成像 自动生成较浅的色型，利于颜色修正 好的色调，明度和饱和度对比图形 成像能被其他文件添加 获取比色结果不限于前牙 可任意使用成像头 修复体颜色验证 模拟试戴软件	只能预存8个图像数据就必须下载 光学装置的LCD屏幕是黑白的，有时难以辨认 取像（尤其是下颌牙）有时困难 对错位牙取像尤其困难
有	软件好 加强图像选择 编排打印报告 修复体颜色校验	塑料镜头保护罩易被划伤，影响图像，易起雾，必须消毒（不可任意拆卸） 难于得到技术支持 严重错位牙取像困难
有	高精确性的参考系统 可测量最接近色型与实际色型之间的色差（ΔE） 几乎无限的影像信息存储 能非常精确的检测漂白变化（水平图像分离软件） 修复体颜色校验	昂贵 体积大 光学探头大，会引起患者不适 易起雾 只能产生不光滑的图像 严重错位牙取像困难
有	与数码相机结合 高质量图像	患者摆位困难 设备体积大
无	不需PC 直接打印 易于操作 三种模式：牙，陶瓷，漂白 患者舒适	无全面信息 切端测量不准确 修复体最好使用松风瓷系统
无	设备小 价格好	不是专用 依赖电脑 不能消毒
无	易操作 患者舒适 可用于磨牙区 牙和陶瓷模式	只用于Vita颜色系统

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

参考文献 References

1. Paul S, Peter A, Pietrobon N, Hammerle CH. Visual and spectrophotometric shade analysis of human teeth. J Dent Res 2002;81:578-592.
2. Ishikawa-Nagai S, Sato R, Furukawa K, Ishibashi K. Using a computer color-matching system in color reproduction of porcelain restorations. Part 1: Application of CCM to the opaque layer. Int J Prosthodont 1992;5:495-502.
3. Bergen SF. Color in aesthetics. N Y State Dent J 1985;51:470-471.
4. Miller LL. A scientific approach to shade matching. In: Preston JD (ed). Perspectives in Dental Ceramics: Proceedings of the Fourth International Symposium on Ceramics. Chi-cago: Quintessence, 1988:193-208.
5. Preston JD. Current status of shade selection and color matching. Quintessence Int 1985;16:47-58.
6. Yamamoto M. Development of the vintage halo computer color search system. Quintes-sence Dent Technol 1998;21:9-26.
7. Chu SJ, Tarnow DP. Digital shade analysis and verification: A case report and discussion. Pract Periodontics Aesthet Dent 2001;13:129-136.
8. Morris AC, Mabrito CA, Roberts MR [inventors]. Automated tooth shade analysis and matching system. US patent 6,190,170 B1. 20 February 2001.
9. American Dental Association. Proposed American Dental Association Guide to Digital Dental Photography and Imaging [Technical Report No. 1029]. Chicago: American Dental Association, 2003.
10. Trushkowsky RD. How a spectrophotometer can help you achieve esthetic shade matching. Compend Contin Educ Dent 2003;24:60-66.
11. Ishikawa-Nagai S, Sawafuji F, Tsuchitoi H, Sato RR, Ishibashi K. Using a computer color-matching system in color reproduction of porcelain restorations. Part 2: Color reproduction of stratiform-layered porcelain samples. Int J Prosthodont 1993;6:522-527.
12. Ishikawa-Nagai S, Sato RR, Shiraishi A, Ishibashi K. Using a computer color-matching system in color reproduction of porcelain restorations. Part 3: A newly developed spectrophotometer de-signed for clinical application. Int J Prosthodont 1994;7:50-55.
13. Horn DJ, Bulan-Brady J, Hicks ML. Sphere spectrophotometer versus human evaluation of tooth shade. J Endod 1998;24:786-790.
14. Freedman G. Communicating color. Dent Today 2001;20:76-80.
15. Hunter RS, Harold RW. The Measurement of Appearance, ed 2. New York: John Wiley & Sons, 1987:290-302.
16. Okubo SR, Kananwati A, Richards MW, Childress S. Evaluation of visual and instrument shade matching. J Prosthet Dent 1998;80:642-648.
17. Tung FF, Goldstein GR, Jang S, Hittelman E. The repeatability of an intraoral dental colorimeter. J Prosthet Dent 2002;88:585-590.
18. Yap AU, Sim CP, Loh WL, Teo JH. Human-eye versus computerized color matching. Oper Dent 1999;24:358-363.
19. Swift EJ Jr, Hammel SA, Lund PS. Colorimetric evaluation of Vita shade composites. Int J Prosthodont 1994;7:356-361.
20. Dancy WK, Yaman P, Dennison JB, O'Brien WJ, Razzoog ME. Color measurements as quality criteria for clinical shade matching of porcelain crowns. J Esthet Restor Dent 2003;15:114-121.

（郭 航 译）

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

5 推荐比色程序
Recommended Shade-Matching Protocol

本章内容：

- 成功比色七步法 /103

  Seven steps to a successful shade match



公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

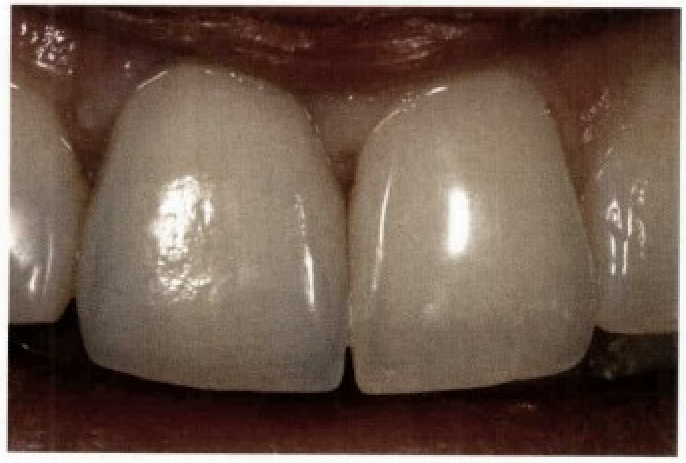



图5-1和图5-2
单独用传统颜色选择方法有些缺陷，最明显的是医师色型分析不准确。经常出现为同一病例制作多个修复体，既费时又费工。图中上颌右侧中切牙的两个冠为种植上部结构，配色不正确：图5-1的冠太不透明并偏黄，图5-2的冠明度太低（发灰）

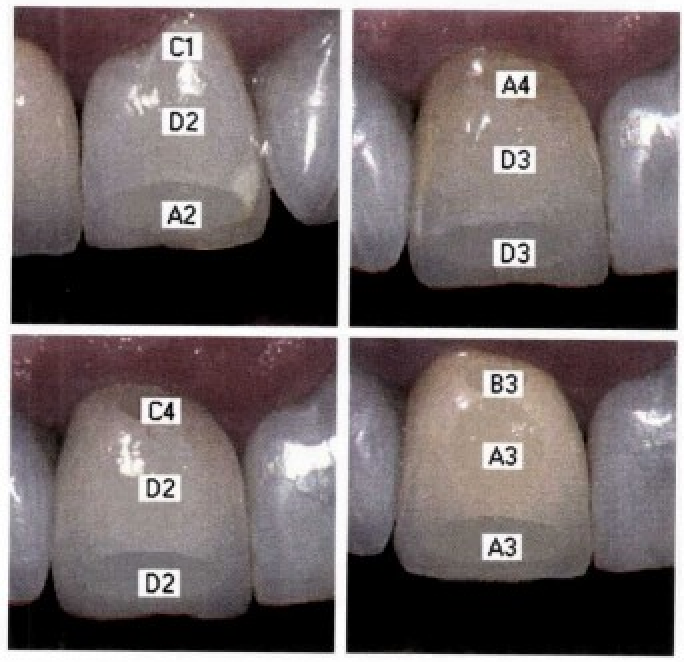



图5-3和图5-4
单独使用科技比色信息也有局限性。图5-3中的三个冠是上述同一病人的上颌右侧中切牙，同样不成功。图5-4中ShadeVision（X-Rite，Grandvile，MI）比较色彩图显示被比色牙（a）和三个修复体（b~d）之间的差异

前两章已经描述了使用传统方法（第3章）和科技方法（第4章）比色的推荐步骤，然而单独使用一种方法临床成功率有限。只用传统方法确定颜色经常失败、受挫、反复重做（图5-1和图5-2）。另外，虽然通过科技发展使应用精确颜色分析进行比色的系统大大增加了临床的可接受性，但是单独使用科技比色系统提供给技师的信息量有限（图5-3和图5-4）。

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

根据大量研究和临床评估，[1,2] 本章概括了作者推荐的更加客观和可预测结果的比色方法：传统技术和新技术的结合。

成功比色七步法
Seven Steps to a Successful Shade Match

迄今为止比色的复杂性是公认的。操作的多变和人为错误被认为是比色成功的障碍。颜色既是科学也是艺术，通常很难测量。知道了这个事实，下边的病例研究提出了选色的最好方法，即将技术、比色板和参考照片结合起来，这会增加美学成功率。

1.术前病人评估 Preoperative patient evaluation

术前病人评估时应该考虑如下几个问题：

- 是否存在对比效果可能影响颜色感知？
- 一个修复体的颜色选择是否会影响整体笑容？
- 牙齿的颈部、中部和切端的颜色有明显的不同吗？
- 病人牙齿被归类为高透明度还是高遮色性？
- 材料选择会明显地影响最终修复体的美学效果吗？

当这些问题被提出时，我们就可以提出一个完善的治疗计划，医师也能为该病例选择理想的材料（见第2章）。

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

2. 分析 Analysis

如前一章概括的，最好的颜色分析方法是使用所有可用的工具。仪器、比色板和参考照片应该都用到，以确保比色的准确。首先，使用比色仪可以确定整体基本色型和每个牙三部分（颈部、体部和切端）的颜色（图 5-5～图 5-9）。然后使用比色板视觉确认仪器所选色型的准确性。最后，应使用对照比色板（明和暗）让医师更好的决定色型并将修复体的明度信息传递给技师。



图5-5

经过活髓牙压膜漂白后的上颌中切牙临床照片。12年前，患者的左侧中切牙在根管治疗后做了桩核和金属烤瓷冠修复。龈缘中部牙龈轻微退缩，加上颜色匹配不良促使患者寻求重新修复

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

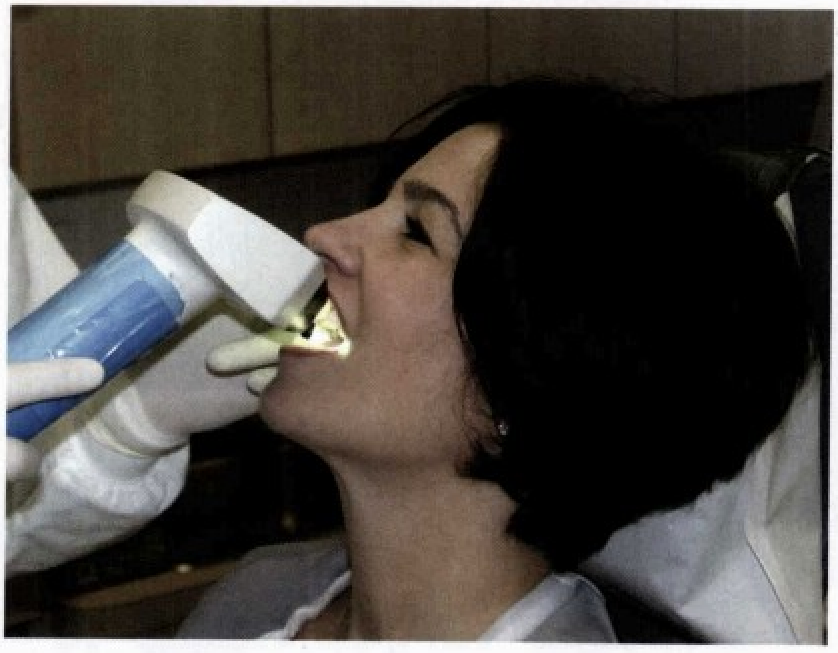


图5-6

使用SpectroShade（MHI光学研究所，Niederhasli，瑞士）获取影像

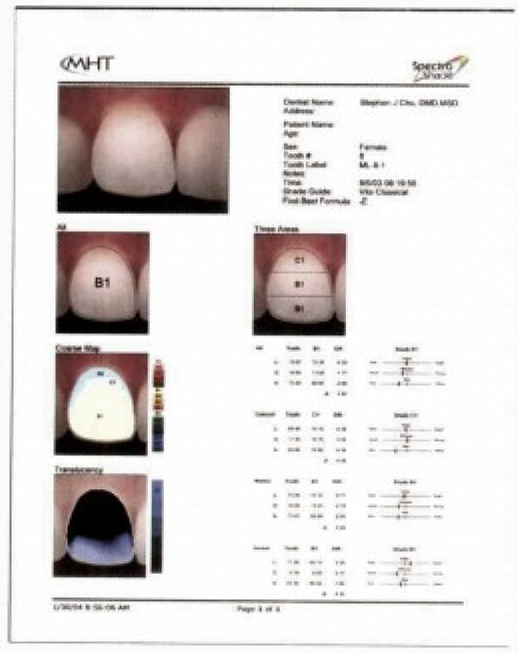


图5-7

SpectroShade参考牙（右侧上颌中切牙）信息报告单。提供了粗糙度（基本）、精细度、颈部/体部/切端（GBI）和透明度示意图

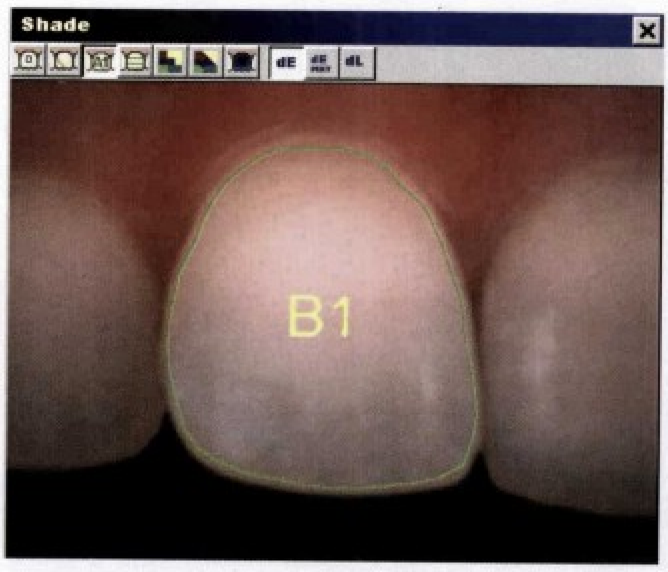


图5-8

参考牙的基本色型Vita B1（Vita，Bad Sackingen德国）



图5-9

GBI颜色报告显示参考牙的颈部色型为C1，中部和切端为B1

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

3. 交流 Communication

医师应该拍摄比色仪推荐的比色板色型与牙列中被比色牙的参考照片（图5-10～图5-13）和明度最高和最低色型的照片（图5-14）。另外，还要拍大笑和周围牙列的参考照片。为了得到牙齿颜色和纹理的细微之处，拍照时变化角度和使用不同的光照条件很重要（图5-15，图5-11，图5-13）。

拍照参考照片时应该使用18%反射率的灰色板背景，以减小外部颜色干扰和对比效应（见第2章）。

一旦医师收集好颜色信息，必须交给技工室。比色仪分析结果可通过电子方式传递。参考照片和文字描述，精确色彩交流的重要信息可通过硬盘拷贝或电子文件以CD光盘或E-mail方式传递。



图5-10
比色板色型用于视觉验证比色仪分析报告。这里，Vitapan C1色型（Vita）作为SpetroShade系统推荐颈部色型的参考。拍照时使用两侧双点闪光



图5-11
Vitapan B1色型使用两侧闪光拍照

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注



图5-12
Vitapan B1色型顶部闪光拍照



图5-13
Vitapan B1色型底部闪光拍照。注意闪光方向的改变使得视觉颜色比较的改变。（图5-11～图5-13）

图5-14
为评价明度变化拍照极端色型的复合照片。左至右依次是Chromascop比色板漂白色010（义获嘉—维瓦登特，Amherst，NY）、Vitapan B1和Vitapan B4





图5-15
上颌右侧中切牙（参考牙）的照片，拍照时分别使用侧向闪光（a）底部闪光（b）顶部闪光（c），显示出牙齿颜色和特点的细微差别

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

4.解释 Interpretation

技工室必须将所有提供的颜色信息认真分析。参考照片帮助技师更好的了解色型的选择和明度彩度的变化，数码颜色示意图提供色型读取的细节信息。技师将所有信息转化成将要使用的瓷系统语言，绘制瓷系统色彩图，标明哪里需要特殊效果瓷粉来获得期望中的细微色彩结构（图5-16～图5-18）。

大多数技师熟悉多种术语和不同瓷系统的效果。这些知识帮助他们选择最好的瓷系统，满足每个临床病例达到美学修复的需求。



图5-16
技工室技师也使用18%反射率的灰色板背景，来评估参考照片上色型明度的不同

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

图5-17
比色板信息被分析并转化为瓷系统使用的语言和术语

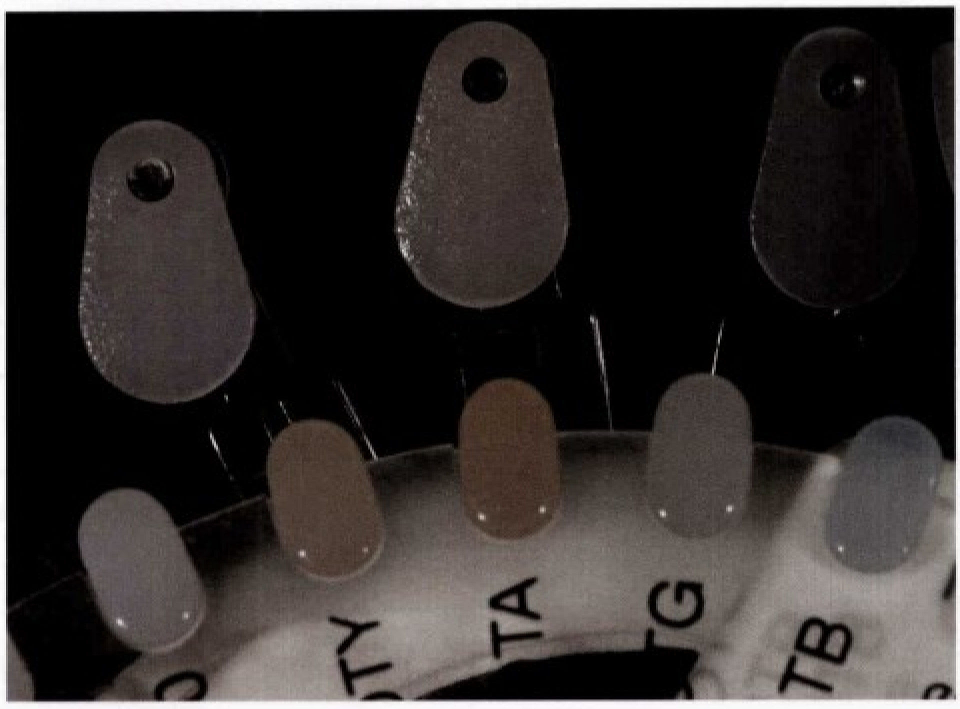
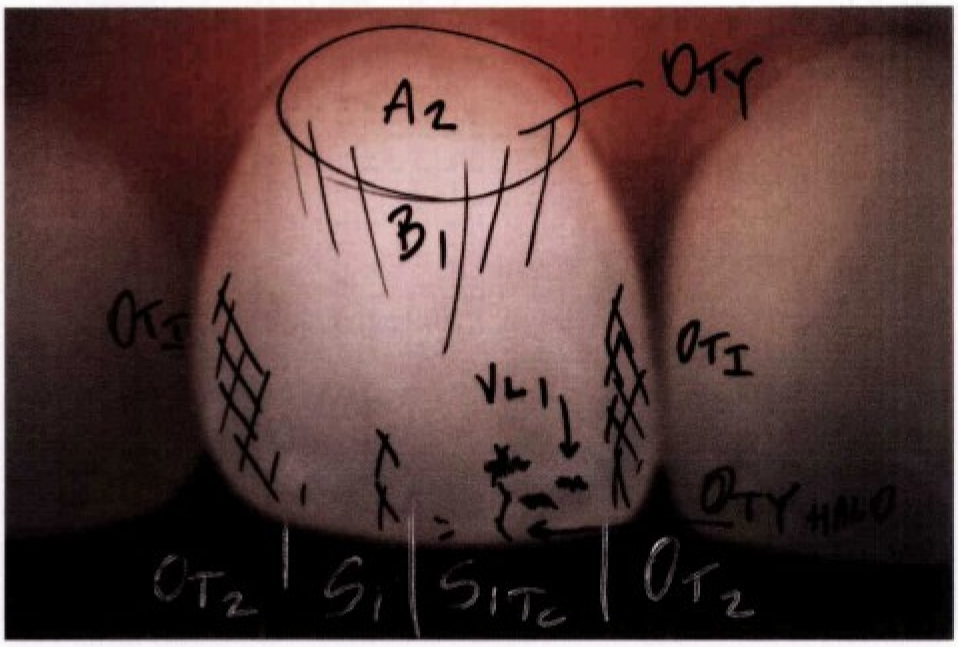


图5-18
将瓷系统语言标记在打印出的临床照片上，制作出特殊效果颜色位置和分布示意图



公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

5.制作 Fabrication

在评估颜色并确定什么材料可以最好地表现临床需要后，技师制作修复体，并在染色和上釉阶段为了匹配对𬌗牙列添加必要的细节（图5-19～图5-29）。

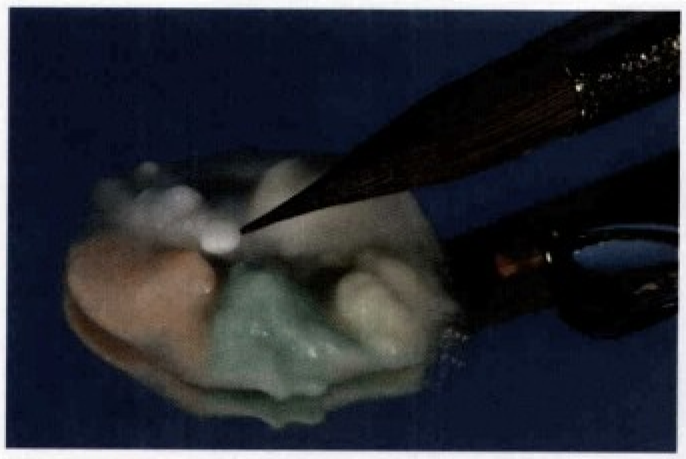


图5-19
选择瓷粉，用塑型液将其调成稠糊状



图5-20
为全瓷冠修复制作带有模拟软组织的耐火代型



图5-21
颈部涂第二层牙本质瓷，然后表面覆盖牙本质层，并混合过渡至体部和切断



图5-22
使用切缘模具进行牙体瓷重建，指导垂直和水平切端边缘位置

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注



图5-23
牙本质瓷材料表面涂一层切端釉质瓷粉和特殊效果瓷粉（乳光透明瓷粉）



图5-24
第一次烧结完成后的牙冠



图5-25
使用乳光透明瓷粉［HeraCerm（贺利氏-古莎，Armonk，NY）］第二次上瓷塑型



图5-26
乳光瓷粉第二次烧结完成后的牙冠



图5-27
修复体最终形状用红蜡笔标记。不能使用铅笔，因为铅尘埃会污染瓷并使之变色



图5-28
使用金粉便于修复体表面纹理的观察

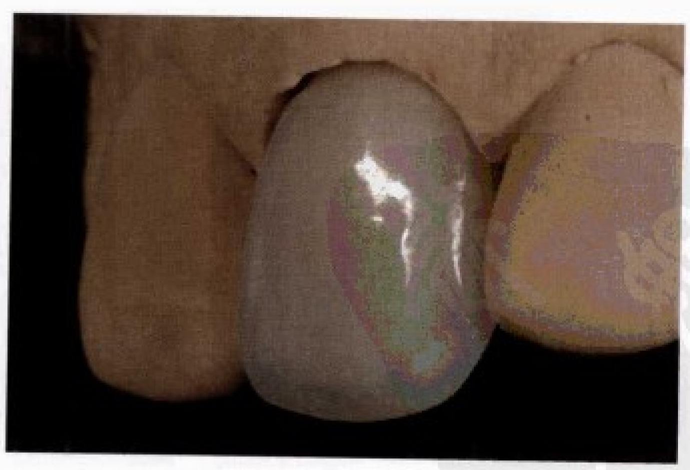


图5-29
修复体完成细微特征并上釉，抛光后得到恰当的表面光泽

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

6.验证 Verification

采用传统方法和仪器测试验证修复体颜色是否准确（图5-30～图5-35）。如果修复体不匹配，使用外染色剂来调整颜色，然后虚拟试戴，与比色板色型反复比较。当确定色型精确后，修复体送还医师。

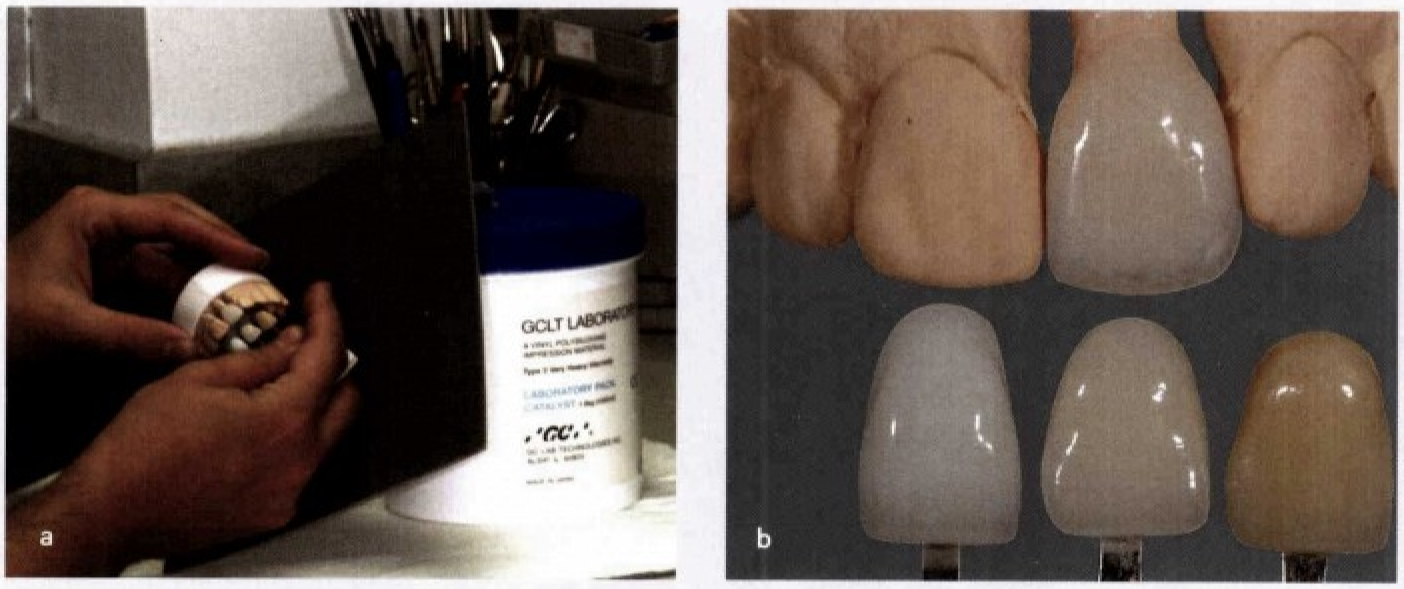


图5-30

a：使用参考照片中的极端色型在18%反射率的灰板背景下与修复体比较；b：极端色型与修复体比色近照



图5-31和图5-32

C1色型（图5-31）和B1色型（图5-32）（参考照片中使用过的）也在18%反射率的灰板背景下与修复体比较

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

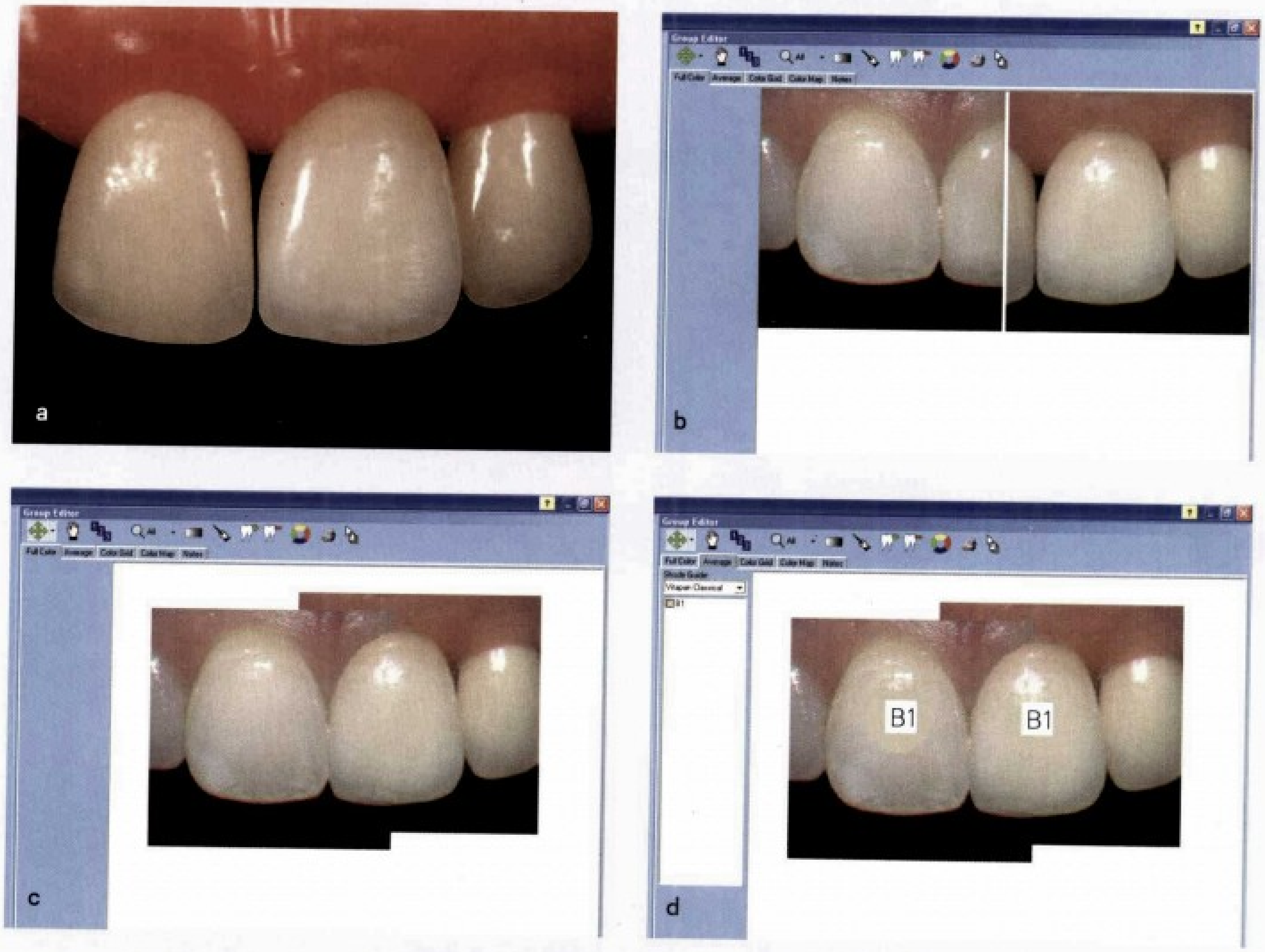


图5-33

ShadeVision虚拟试戴。a：牙冠放入修复体支架进行扫描；b：天然右侧中切牙的照片和左侧中切牙修复体牙冠的扫描图像；c：虚拟试戴确认视觉匹配；d：报告证实基础色是B1

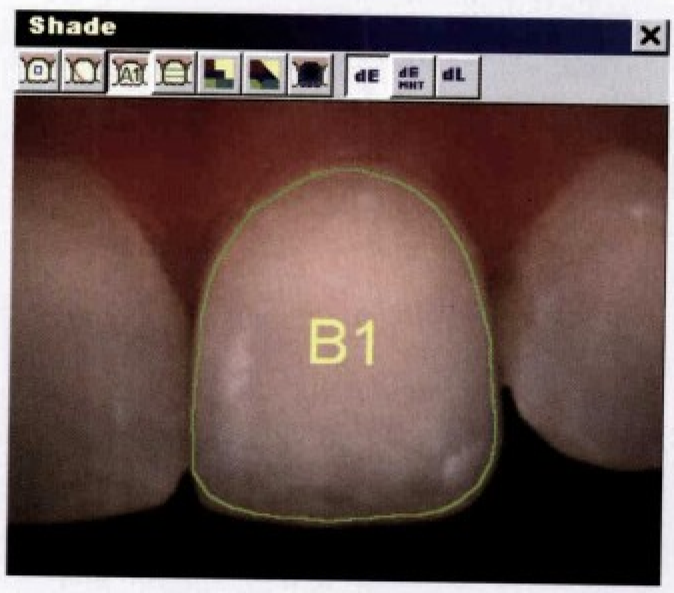


图5-34

使用SpectroShade分光光度仪分析，再次确认色型还是B1

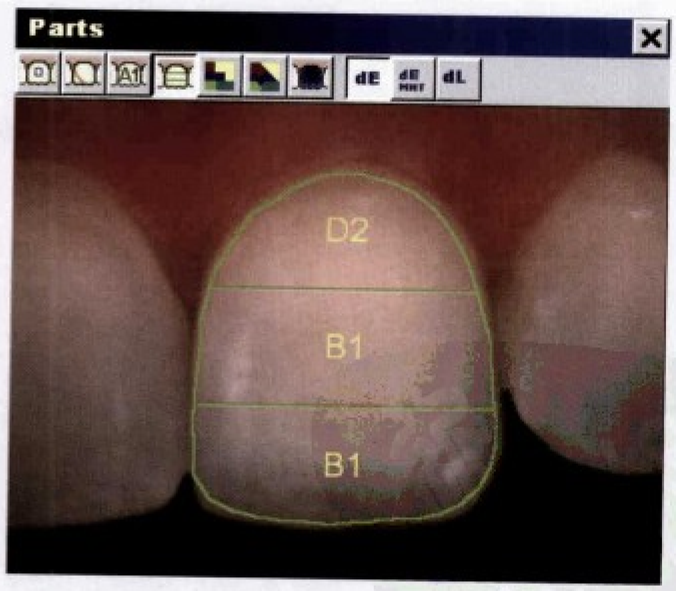


图5-35

GBI颜色分布示意图证实色型匹配非常接近，虽然在牙颈部1/3颜色有轻微差异［D2对C1（见图5-9）］。然而，C1和D2只有很小的色差

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

7.就位 Placement

当医师使修复体就位时修复体的准确性才得到最终证实（图5-36～图5-44）。如果修复体不匹配会立刻显现。使用这些步骤（1～6步）虽不能避免但能减少临床试戴阶段出现的返工。否则，就需要重做或调整颜色，应重新分析和拍摄新修复体就位的参考照片。这样的问题通常是由于分析或交流方面的失误造成，或者两者都有。



图5-36
全瓷冠准备使用树脂粘接剂粘接（氢氟酸酸蚀、硅烷化处理、吹干、粘接树脂）



图5-37
修复体使用试戴水门汀就位，视觉检验口内颜色



图5-38
左侧中切牙全瓷冠粘接后的口内近照

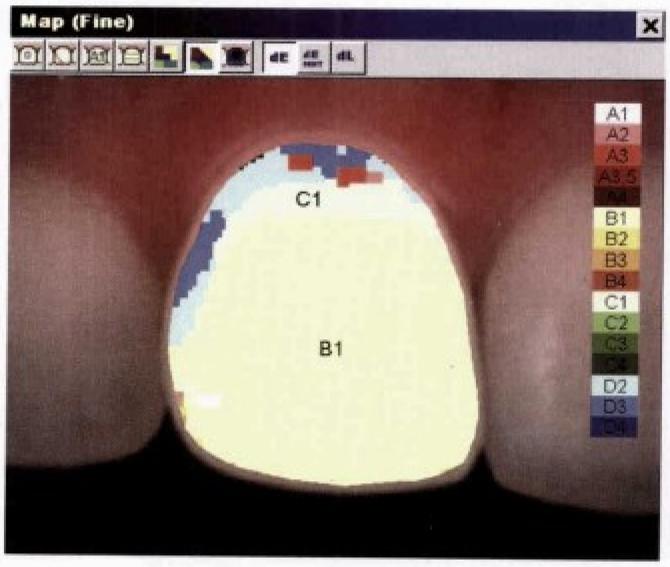


图5-39
冠就位后微笑近照



图5-40
微笑全景

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注



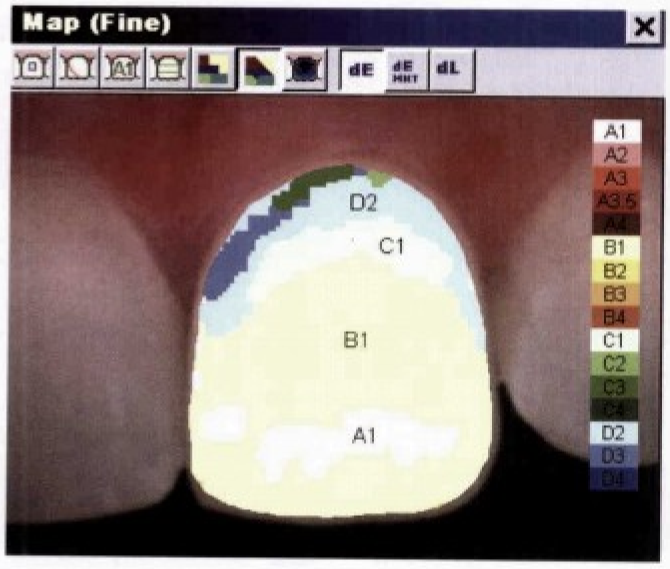


图5-41和图5-42

右侧天然中切牙（图5-41）和左侧中切牙全瓷冠的精细色彩图（SpectroShade）（图5-42）。证实比色非常接近



图5-43

右侧天然中切牙和左侧中切牙全瓷冠相比较的总色差（ΔE）是3.80。明度差是−1.87。明度差值<2.0临床可以完全接受



图5-44

临床面相。病人对最后的美学修复效果非常满意。使用推荐的比色步骤，一次就诊即可使具有挑战性的前牙修复达到可预见的临床接受效果

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

摘要 Summary

- 成功的比色是比色仪、比色板和参考照片的结合。
- 制作过程中技师加入的细节经常会增加颜色的自然外观。
- 基于科技的比色系统在分析和验证比色时极其有用。

参考文献 References

1. Chu SJ. Use of a reflectance spectrophotometer in evaluating shade change resulting from tooth-whitening products. J Esthet Dent 2003;15(suppl 1):S42-S48.
2. Devigus A. Die digitale Farbmessung in der Zahnmedizin. Quintessenz 2003;54:495-500.

（郭　航　译）

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

附录：临床病例

Appendix: Clinical Cases

包括以下病例的比色步骤：

- 单颗前牙全瓷冠（Procera） /118
- 单颗前牙全瓷冠（In-Ceram） /122
- 单颗前牙种植金属烤瓷冠 /124
- 单颗前牙瓷贴面 /128
- 双前牙全瓷冠 /132
- 两颗前牙全瓷冠和一颗前牙金属烤瓷冠 /136
- 四颗前牙瓷贴面 /140
- 单颗后牙全瓷冠 /144
- 十颗瓷贴面与漂白牙匹配 /148
- 两颗前牙的直接树脂修复 /152

以下病例证明第5章推荐的比色程序，即传统和科技相结合的比色方法。遵守这一选色过程，基本上可以确信在第一时间获得精确比色，减少返工需求。

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

病例1:单颗前牙全瓷冠(Procera)

一位68岁的女性患者要求为她的右上中切牙做全覆盖修复体(图C1-1)。现有的烤瓷熔附金属全冠是5年前制作的，且粘接于桩核上的水门汀已经失效(图C1-2)。使用粘接桩核系统恢复其牙齿冠部结构(图C1-3)。该病例中使用了两种系统进行色型分析:ShadeScan系统(Cynovad, Montreal, 加拿大)(图C1-4)和SpectroShade系统(MHT Optic Research, Niederhasli, 瑞士)(图C1-5和图C1-6)。两种系统都将基底色选为Vitapan D2。参考图像的应用使得色型的沟通更有效率。D2(图C1-7)和A2(图C1-8)两种色型被选为合适色型，A3(图C1-9)和A1(图C1-10)则是用于表现明度和饱和度的极端色型。翻制石膏模型并选择Procera 半透明核修复材料(Nobel biocare,Fairlawn,NJ)(图C1-11)，因其最为适合本病例的美学和功能需求。瓷冠选用了Creation AV 瓷粉(Jensen Industries, New Haven, CT)(图C1-12～图C1-17)。全冠临床带入成功(图C1-18～图C1-20)。



图C1-1

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1(茄子口腔视频1首字母)即可关注



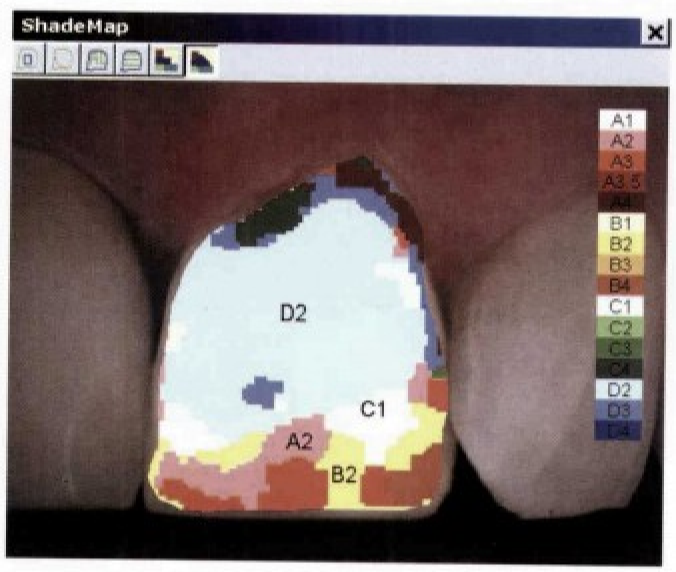
图C1-2



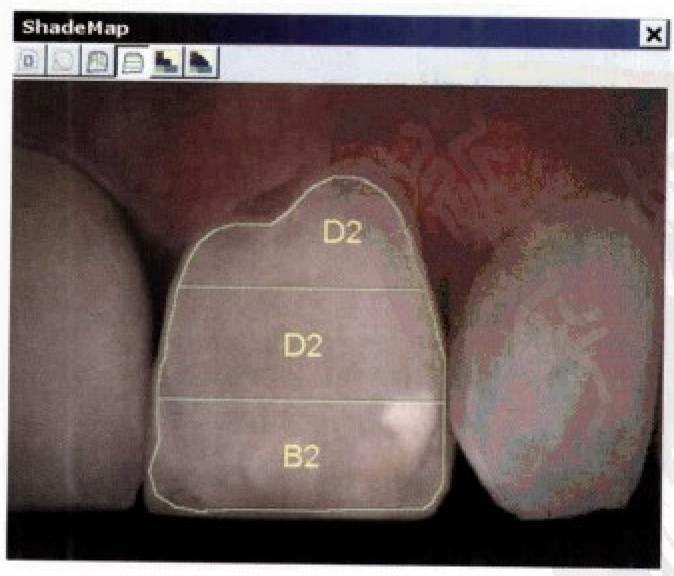
图C1-3



图C1-4



图C1-5



图C1-6

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注



图C1-7



图C1-8



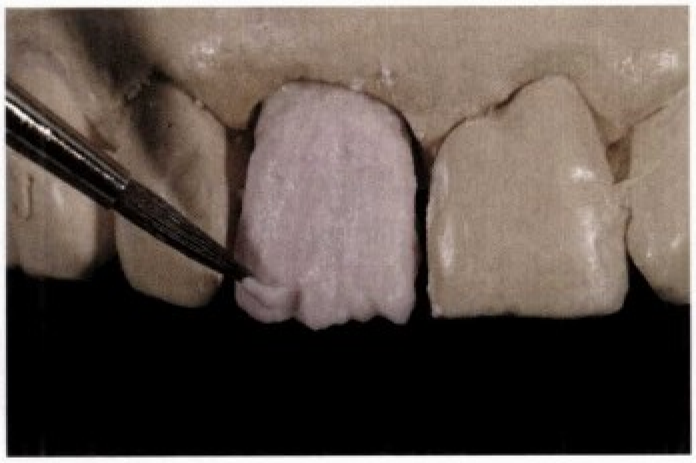
图C1-9



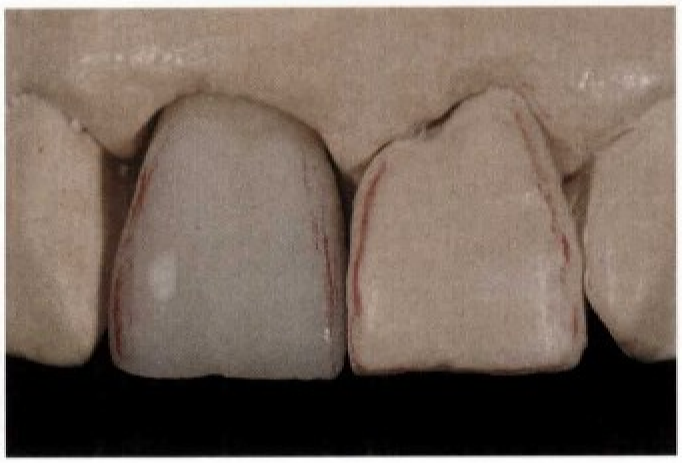
图C1-10



图C1-11



图C1-12



图C1-13



图C1-14

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注



图C1-15



图C1-16



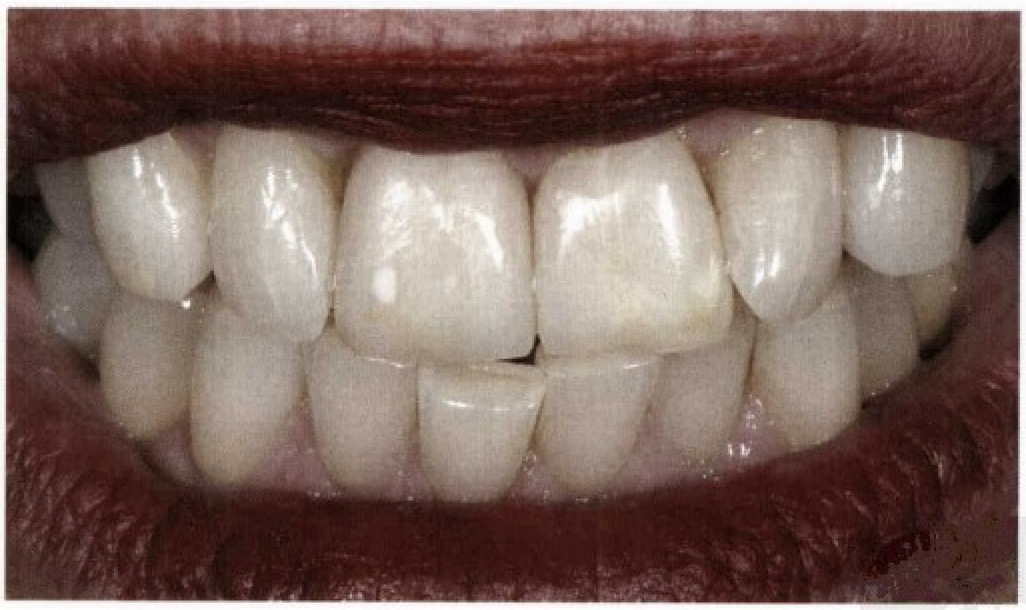
图C1-17



图C1-18



图C1-19



图C1-20

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

病例2:单颗前牙全瓷冠(In-Ceram)

一位55岁的女性患者现在右上中切牙全瓷冠破碎(图C2-1)。该牙曾做过根管治疗而无活力。作为紧急处理拍摄了X线片并制作了临时冠。接下来完成了牙体预备(图C2-2),并使用聚醚橡胶印模材分别取了上、下牙列印模。本病例采用色彩分析仪器[SpectroShade(MHT 光学研究所,Niederhasli,瑞士)](图C2-3)和数码摄影与技师进行颜色及形态交流。在牙体预备前对左上中切牙进行了色型分析(图C2-4)。

使用CAD/CAM技术为右上中切牙制作了一颗全新的全瓷冠[In-Ceram(Vita,Bad Sackingen,德国)]。适当的陶瓷材料(Vita VM9)被分层堆积并烧结。粘接之前使用SpectroShade分光光度仪对制作完成的全冠进行了色型验证(图C2-5)。SpectroShade比较分析显示总体$\Delta E<1.5$,明度$\Delta E<1$(图C2-6)。这意味着修复体和邻牙色型间的差别是人眼所不能分辨的。单颗修复体获得了成功的美学修复效果(图C2-7和图C2-8)。

技师Giordano Lombardi,CDT,苏黎世,瑞士。

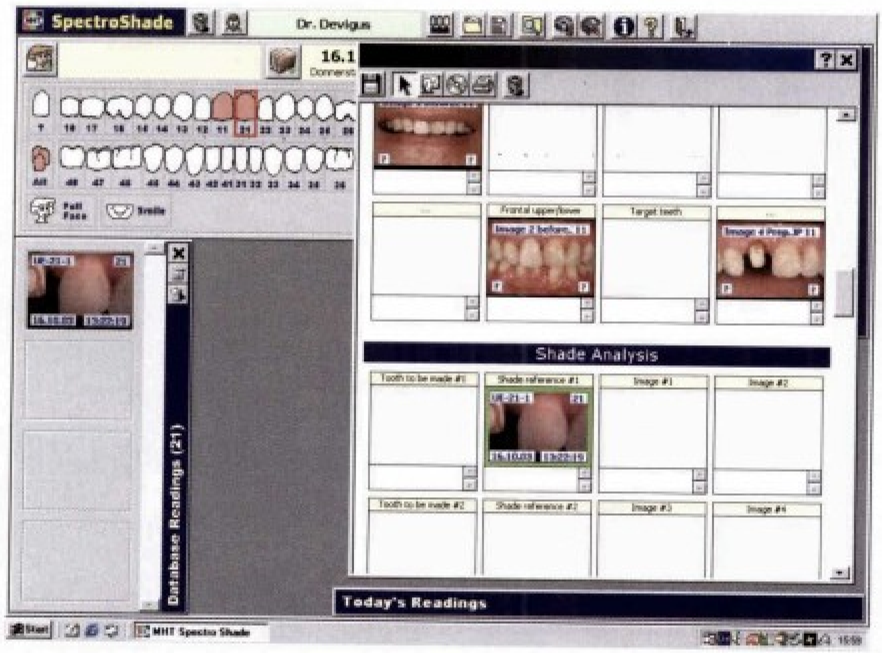


图C2-1

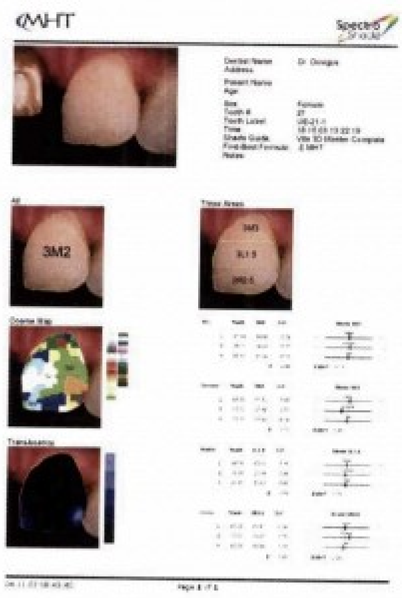


图C2-2

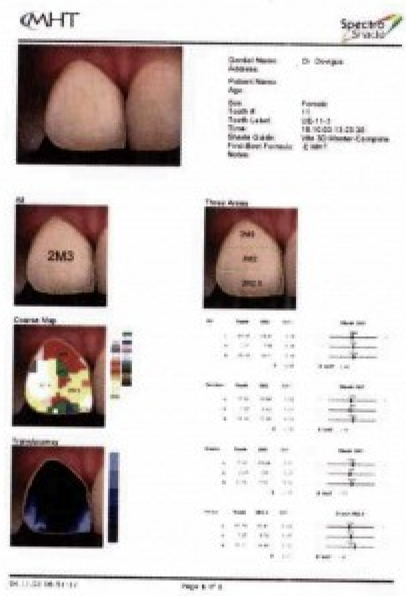
公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频,微信公众号里搜索qzkqsp1(茄子口腔视频1首字母)即可关注



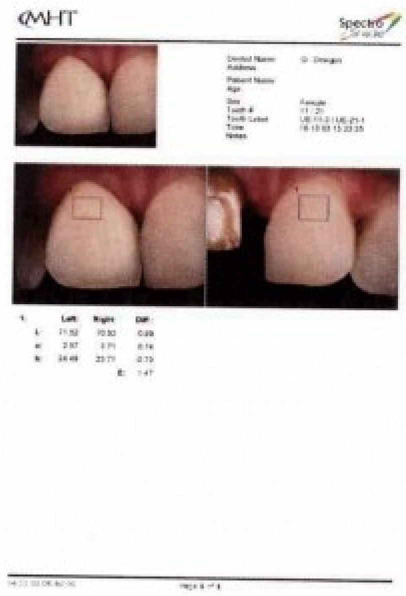
图C2-3



图C2-4



图C2-5



图C2-6



图C2-7



图C2-8

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

病例3:单颗前牙种植金属烤瓷冠

一位54岁的男性患者右上中切牙根管治疗失败（图C3-1），为减小不良影响进行了外科拔除并行植骨术[Puros(Tutogen Medical,Allachua,FL)](图C3-2)，拔牙窝愈合后6个月植入表面种植体[Osseotite(3i，Palm Beach Gardens，FL)](图C3-3)。插入定制种植体基台（图C3-4），并曾多次仅使用传统比色技术制作右上中切牙烤瓷冠，均未取得理想美学效果（图C3-5）。

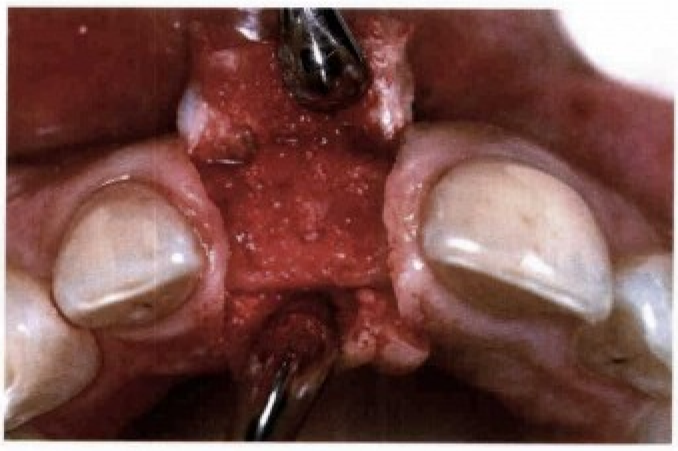
按照推荐的比色程序，使用比色仪器分析系统[SpectroShade（MHT 光学研究所，Niederhasli，瑞士)](图C3-6～图C3-9)和参考图像进行色彩交流和明度采集(图C3-10～图C3-12)，并制作了一颗新的烤瓷冠。合金基底冠蜡型制作，铸造，完成，并使用遮色瓷（图C3-13）。使用适当的陶瓷材料并完成烧结(图3-14)。使用金粉确定表面质地（图C3-15），然后修复体上釉、抛光（图C3-16）。Spectro-Shade比较分析最终显示总体 ΔE 为3.65，ΔL(明度)<2.0(图C3-17)。由于人眼对于明暗差异的感知要敏感于对色调差异的感知，所以明度参数是最为重要的。尝试使用推荐比色程序最终获得了成功的美学修复结果（图C3-18）。

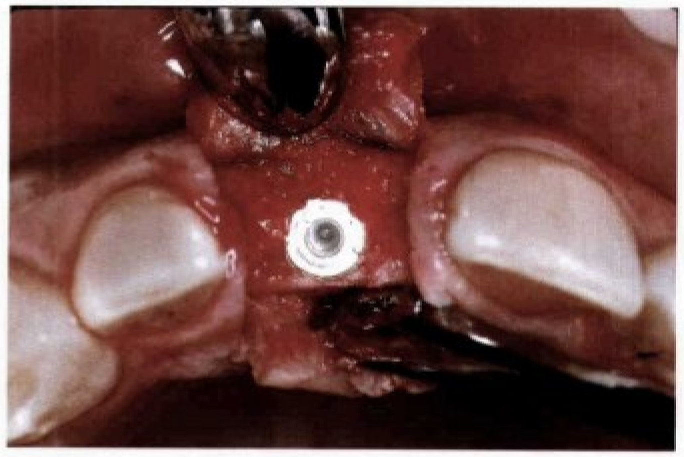
本病例中的外科和修复工作分别由Drs Dennis Tarnow和Marion Brown完成(New York,New York)。



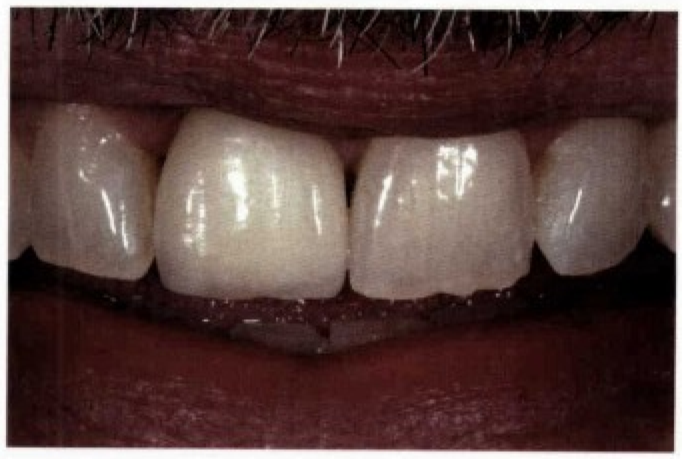
图C3-1

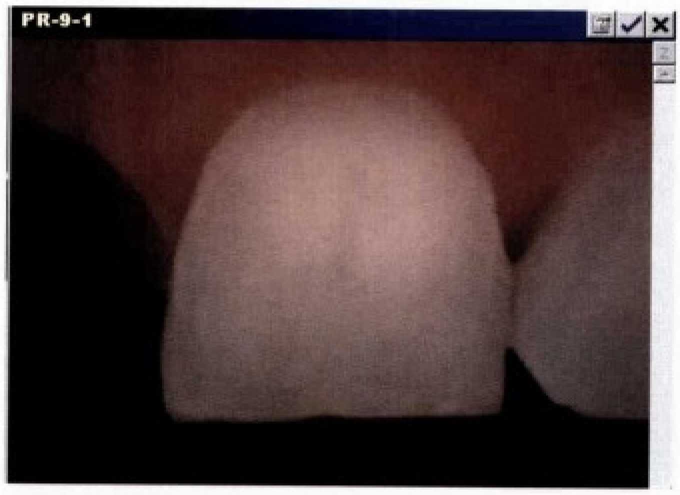
公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注


图C3-2

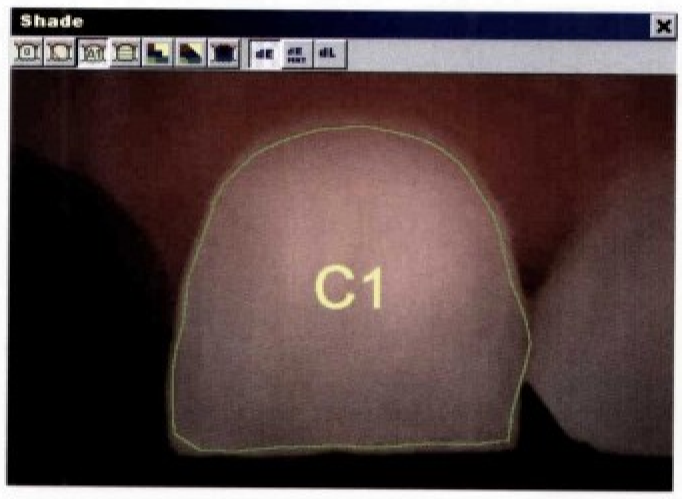

图C3-3


图C3-4

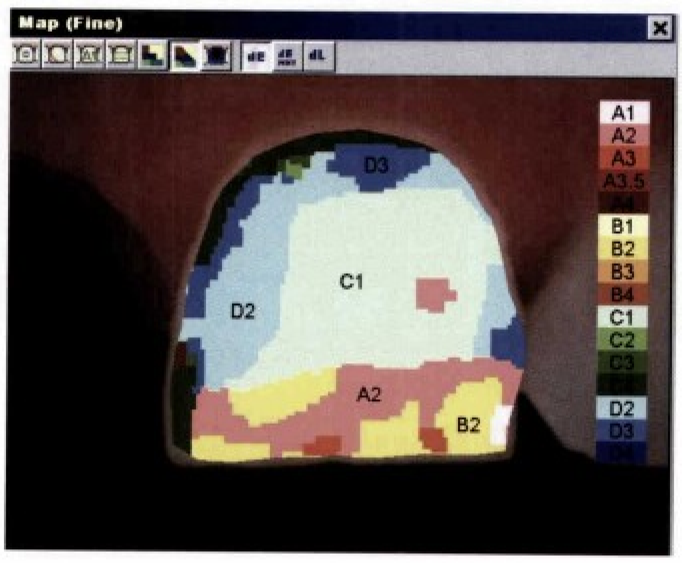

图C3-5



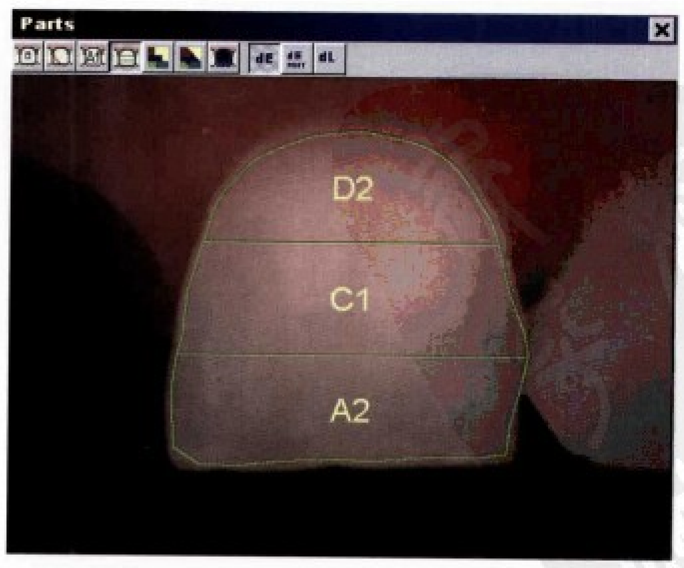
图C3-6



图C3-7

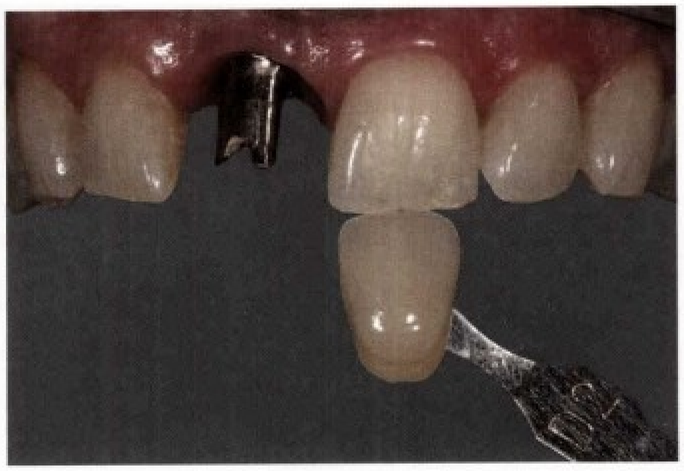


图C3-8



图C3-9

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注



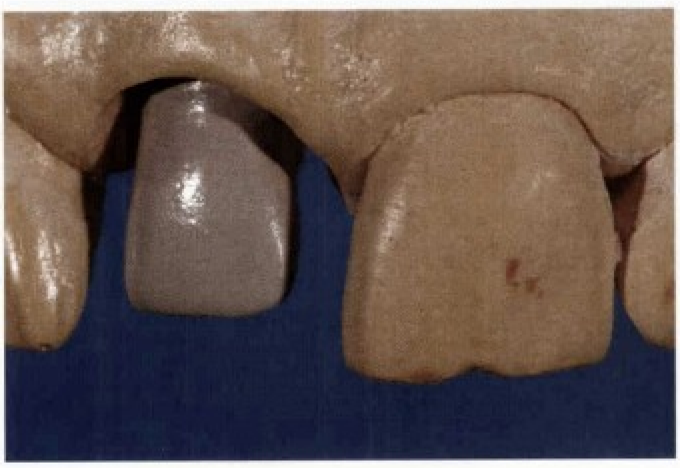
图C3-10



图C3-11



图C3-12



图C3-13



图C3-14

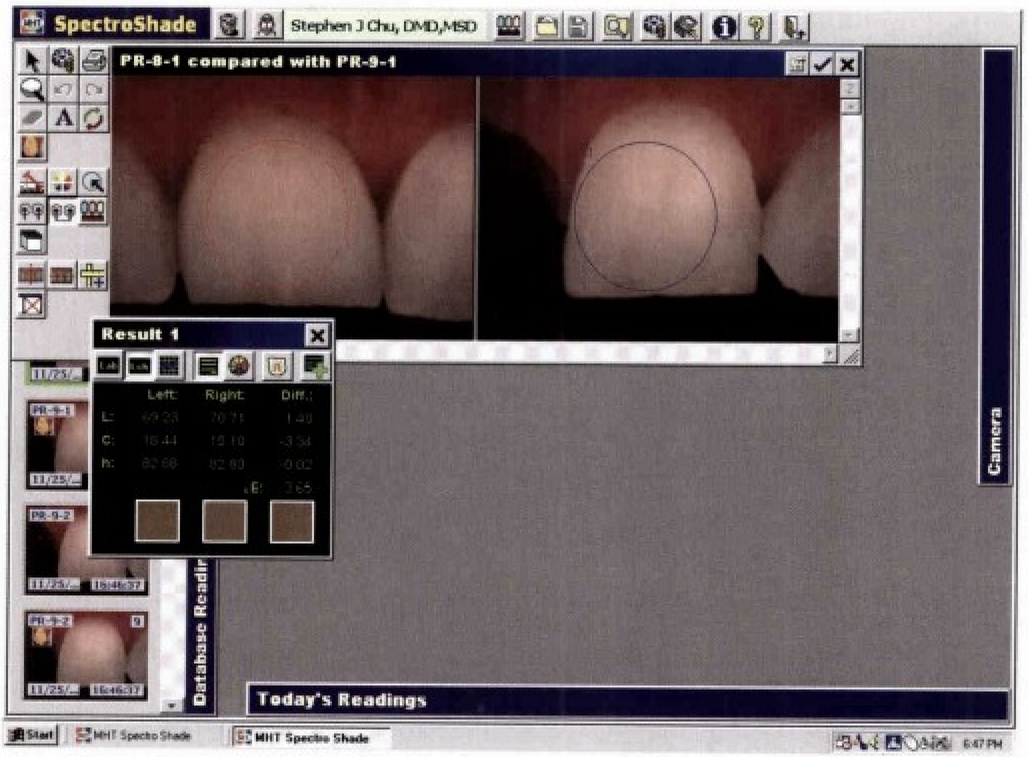


图C3-15



图C3-16

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注



图C3-17



图C3-18

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

病例4：单颗前牙瓷贴面

一位79岁的女性患者左上中切牙近远中面有明显龋坏（图C4-1和图C4-2）。因为要实现牙齿的高度透明性选择了全瓷贴面。本病例中参考牙的色型分析使用ShadeScan系统（Cynovad，Montreal，加拿大)(图C4-3)、ShadeVision系统（X-rite，Grandville，MI）（图C4-4）和SpectroShade系统（MHT光学研究所，Niederhasli，瑞士）（图C4-5）。基于SpectroShade GBI色彩图（图C4-5），参考图片中使用了Vitapan A4(图C4-6)、C3(图C4-7)和A3.5(图C4-8)色型。另外，为了决定明度拍摄了极端明度比色板的参考图像；Vitapan C4为暗参照，A2为亮参照（图C4-10）。

去除近远中腐质，剩余牙体组织的色型被定为A3.5(图C4-11)。在使用聚乙烯硅氧烷印模材［Honigum（Zenith/DMG，Englewood，NJ)]取终印模前先用排龈膏[Expa-syl(Kerr，Orange，CA)]控制龈沟液和暴露修复体边缘(图C4-12)。灌注石膏模型并翻制耐火模型（图C4-14）。在堆瓷过程中使用硅橡胶预成模型确定修复体切端位置。为了取定表面适当的光泽（图C4-16），在最终上釉和烧制之前使用有特殊效果的陶瓷材料（图C4-15）；标记合成陶瓷材料[Hera-Ceram(Heraeus-Kulzer-Jelenko，Armonk，NY)]的透光性，作为透过修复体可见代型的依据。最后抛光修复体使之获得光泽。去除包埋料后，贴面被放置在模型上以确定近中接触点和软组织外形（图C4-17）。使用推荐比色程序，修复体的美学效果是可以被预测并被接受的。成功的比色通过ShadeScan系统的治疗前后图像（图C4-18)、ShadeVision系统的虚拟试戴（图C4-19)、SpectroShade系统的GBI色彩图（图C4-20）以及最终的临床照片（图C4-21和图C4-22）得以证实。

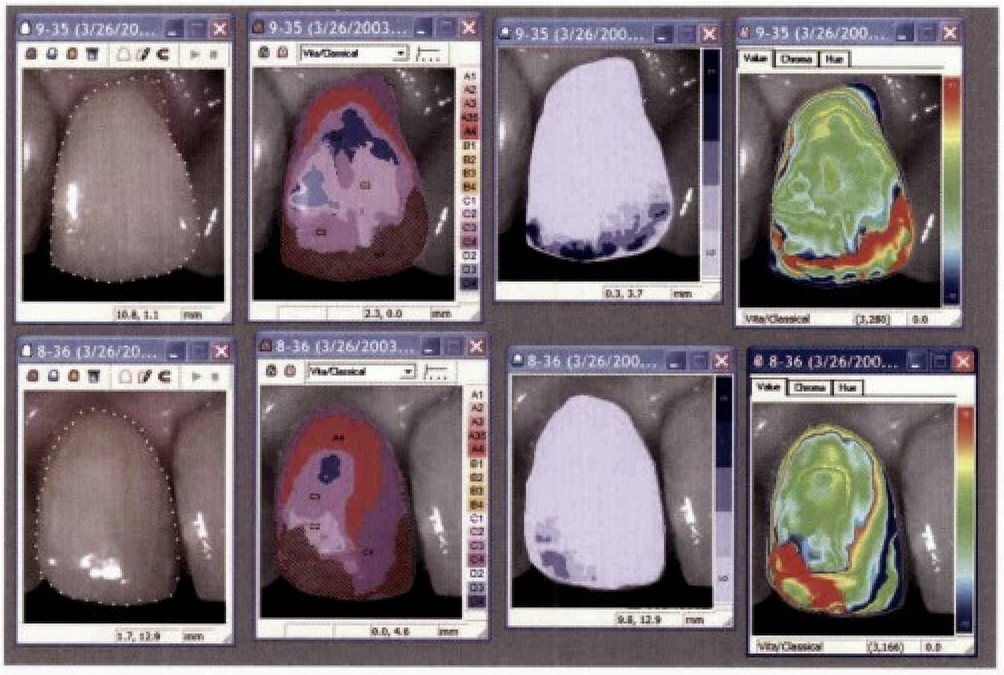
公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注



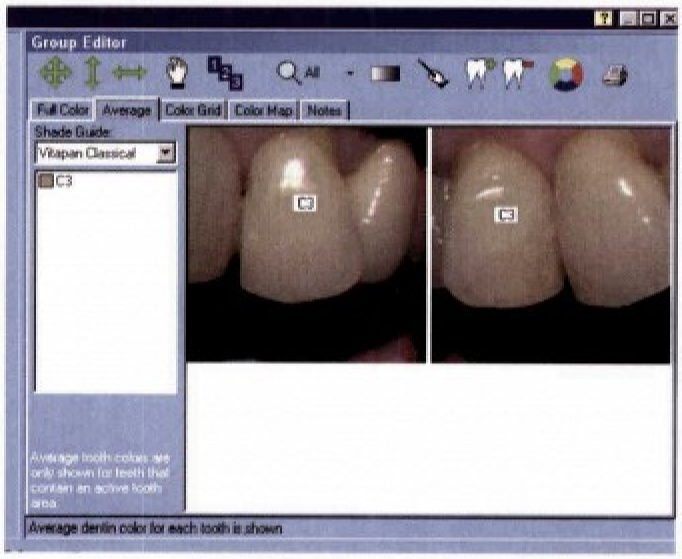
图C4-1



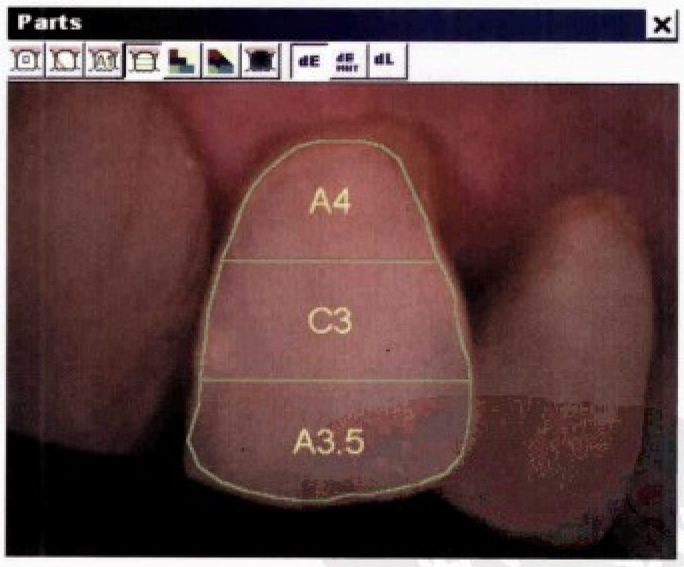
图C4-2



图C4-3

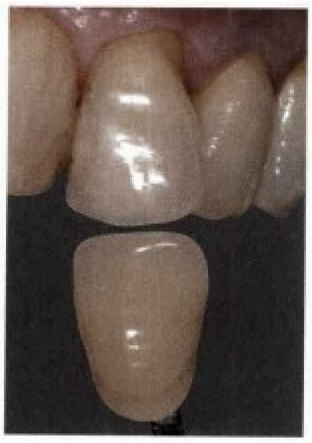


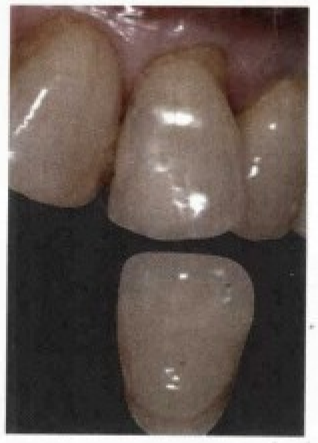
图C4-4

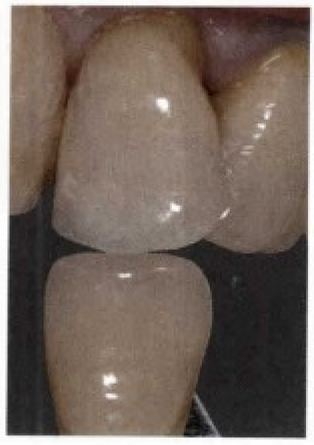


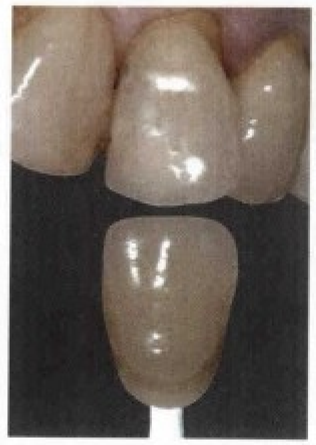
图C4-5

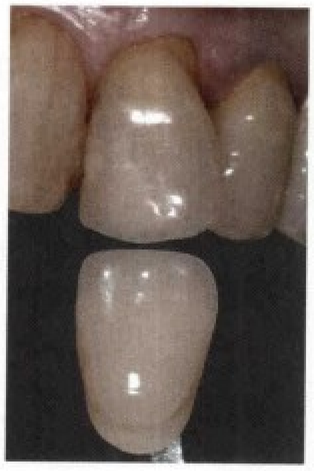
公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注


图C4-6

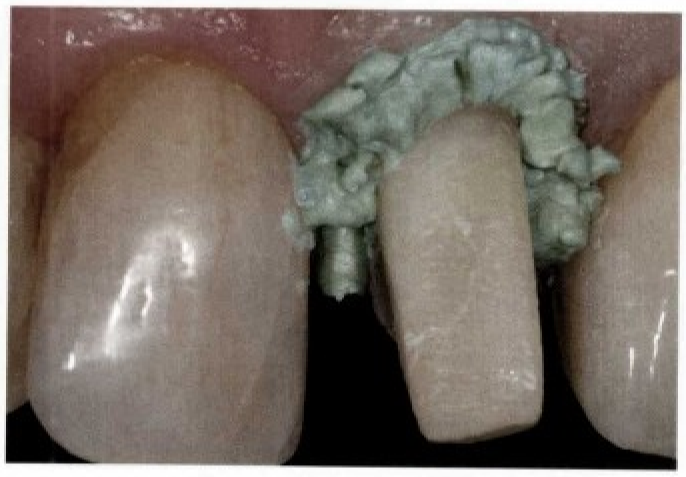

图C4-7


图C4-8


图C4-9


图C4-10


图C4-11

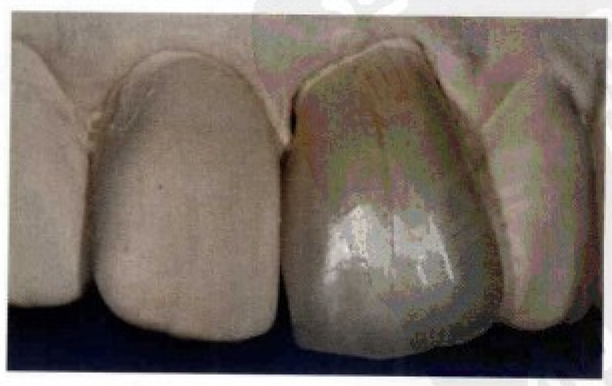

图C4-12


图C4-13


图C4-14

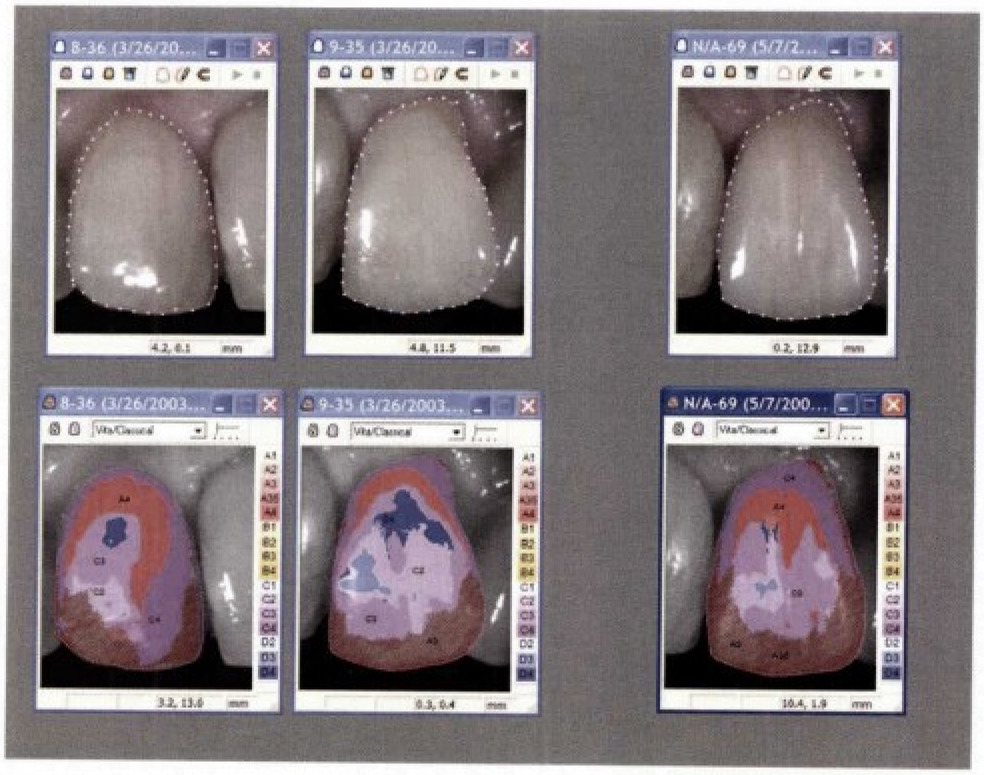

图C4-15


图C4-16

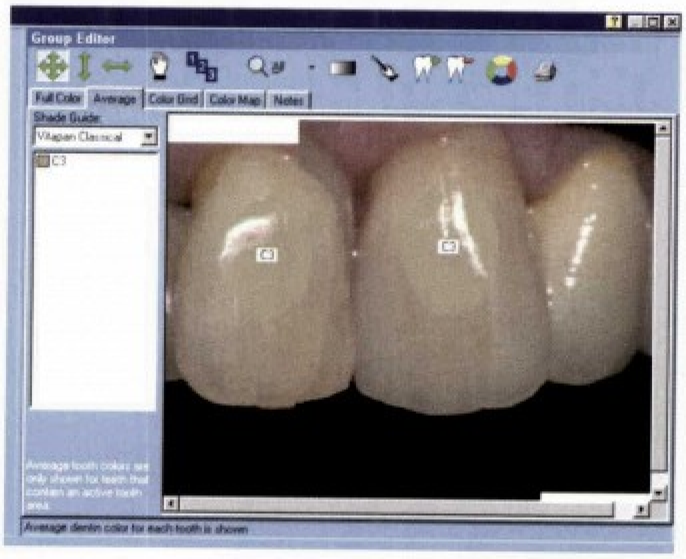

图C4-17

PDG

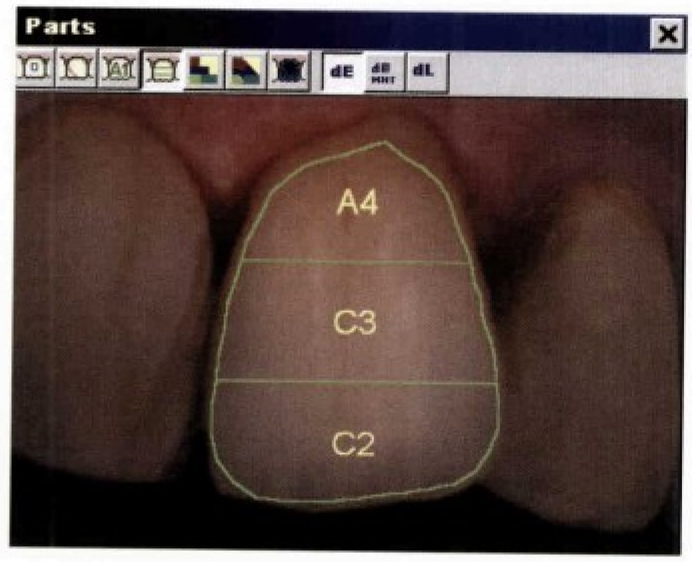
公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注



图C4-18



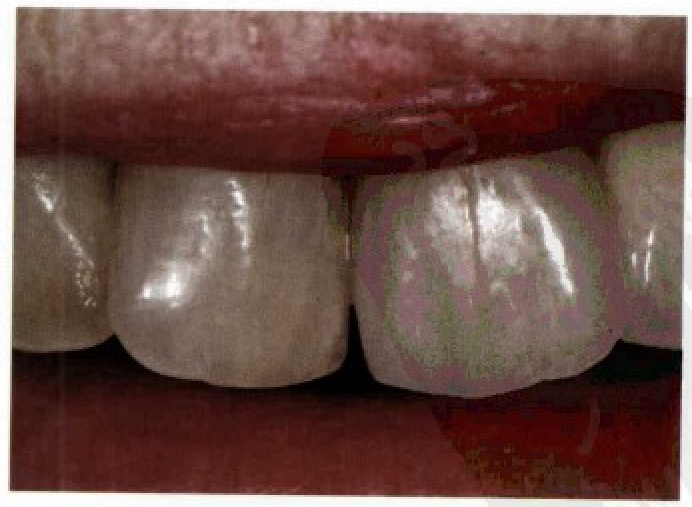
图C4-19



图C4-20



图C4-21



图C4-22

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

病例5:双前牙全瓷冠

一位57岁的女性患者两颗侧切牙色型不匹配并且由于外形不佳导致牙龈炎症(图C5-1~C5-3)。为了治疗牙龈组织制作了临时修复体。拍摄中切牙的多角度微距图片用来和技师沟通色型差异(图C5-4和图C5-5)。拍摄基于比色板的参考图像(图C5-7~图C5-12),使用SpectroShade系统(MHT光学研究所,niederhasli,瑞士)生成GBI色彩图(图C5-6)。极端色型的参考图像也被拍摄以评估明度和饱和度(图C5-13)。在技工室制作全瓷冠[HeraCeram(Heraeus-Kulzer-Jelenko,Armonk,NY)],并进行虚拟色型确认。修复体的适当间隙和外形在模型上被确定(图C5-14~图C5-17)。修复体就位后,SpectroShade系统GBI色彩图(图C5-18和图C5-19)和临床图片(图C5-20~图C5-22)最终确认了比色的成功。


图C5-1


图C5-2


图C5-3

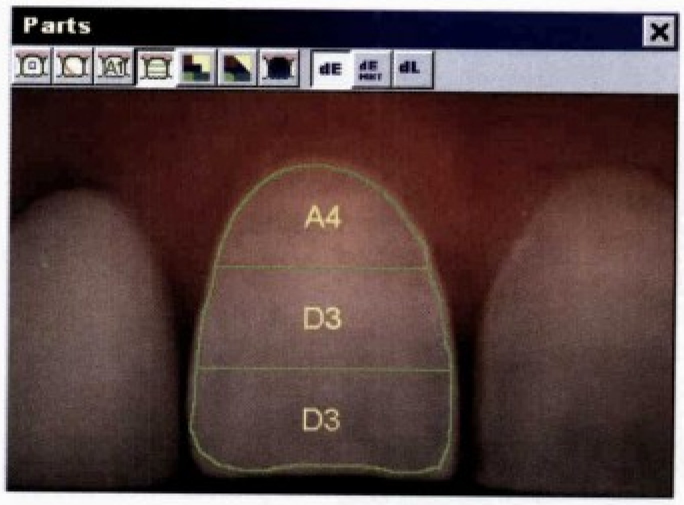
公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频,微信公众号里搜索qzkqsp1(茄子口腔视频1首字母)即可关注



图C5-4



图C5-5



图C5-6



图C5-7

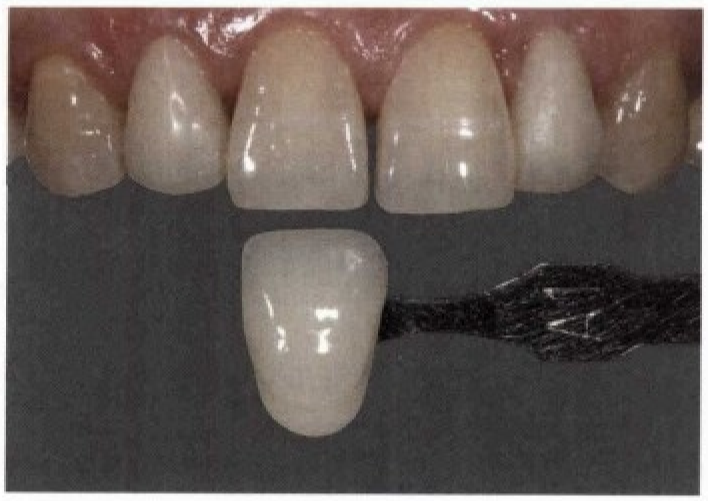


图C5-8

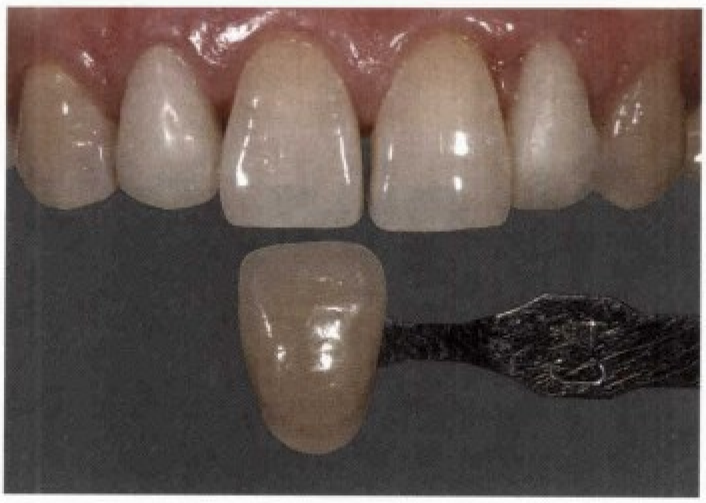


图C5-9

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注



图C5-10



图C5-11



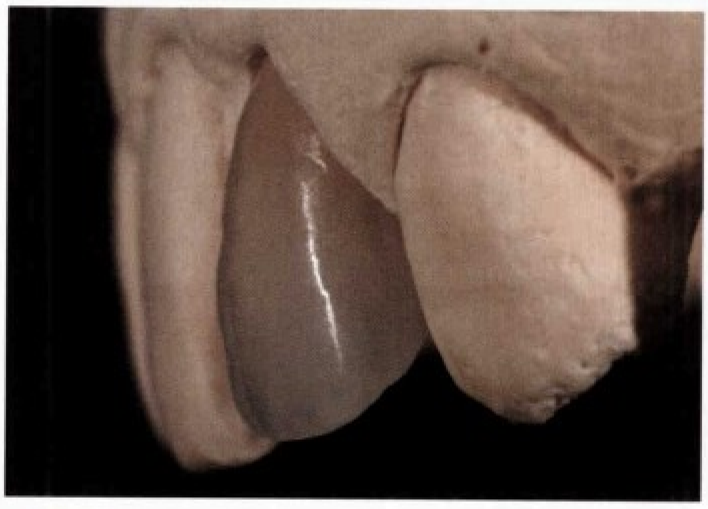
图C5-12



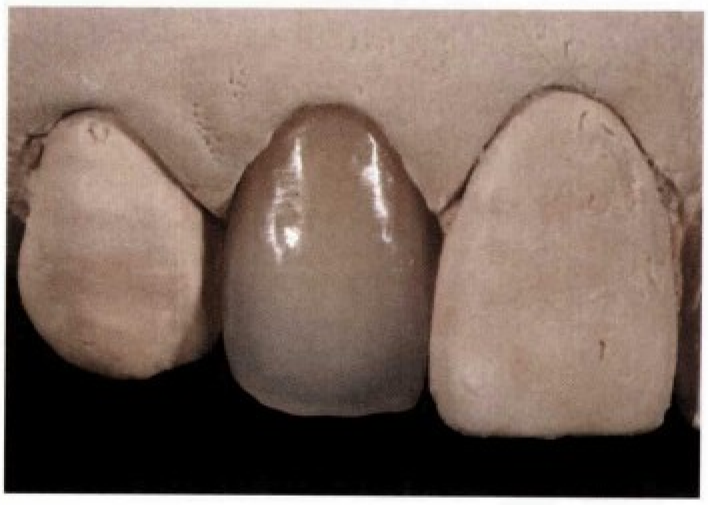
图C5-13



图C5-14



图C5-15

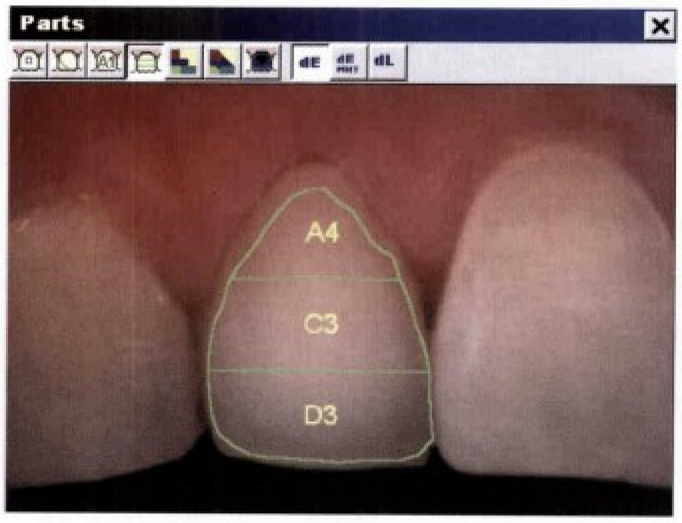


图C5-16

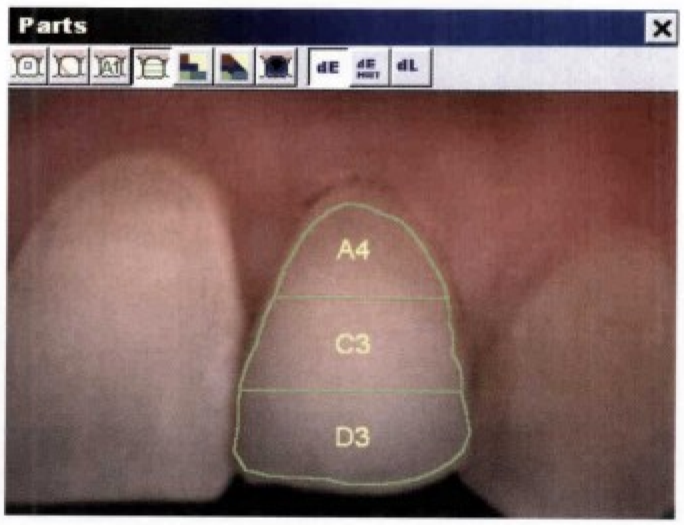


图C5-17

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注



图C5-18



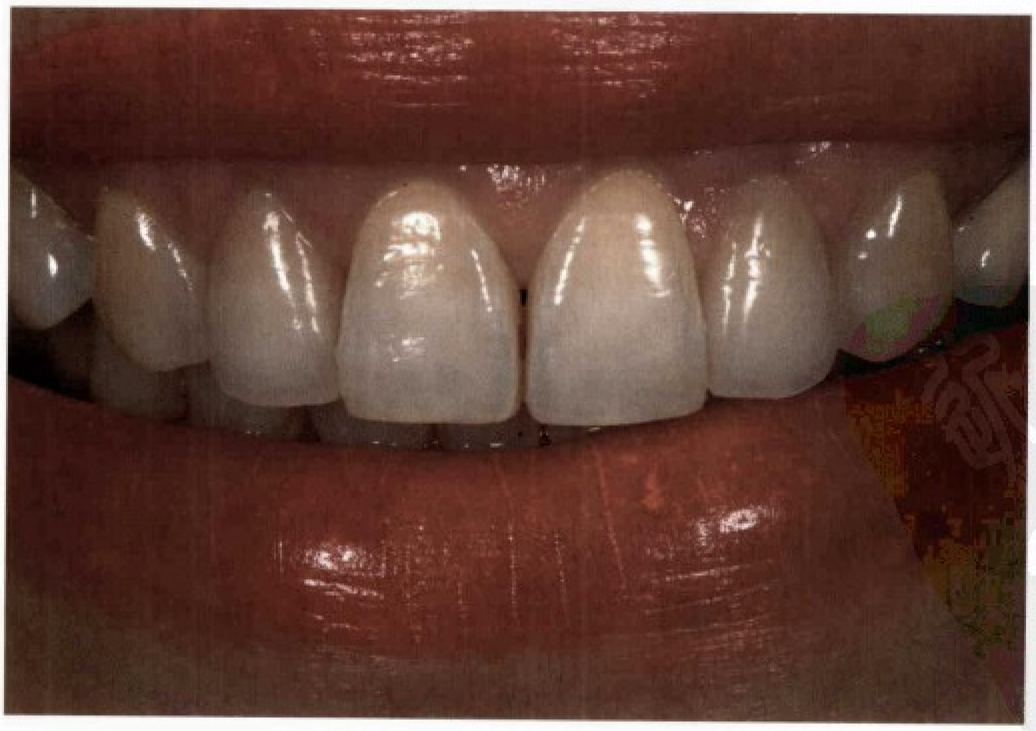
图C5-19



图C5-20



图C5-21



图C5-22

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

病例6：两颗前牙全瓷冠和一颗前牙金属烤瓷冠

一位36岁的男性患者最近接受了极端不满意的上颌中切牙和左侧切牙全冠治疗（图C6-1和图C6-2）。患者的侧切牙都做过根管治疗，左侧切牙为合金桩核后修复体，并由于金属氧化导致剩余牙体组织染色（图C6-3）。由于硫酸铁在根管治疗后渗入牙本质小管导致右上中切牙预备体要比左上中切牙染色更严重一些（图C6-3）。

制作外形、比例和切端长度适当的临时修复体，并能辅助最终修复体的设计（图C6-4）。使用ShadeScan系统（Cynovad，Montreal，加拿大）（图C6-5），ShadeVision系统（X-rite，Grandville，MI）（图C6-6），SpectroShade系统（MHT光学研究所，niederhasli，瑞士）（图C6-7～图C6-9）确定天然牙列的色型。为了色型交流而拍摄的参考图像采用了比色仪分析推荐的比色板色型（图C6-10～图C6-13），同样对极端色型进行了参考图像的拍摄以分析明度和饱和度（图C6-14～图C6-15）。为中切牙选择的方案为耐火全瓷全冠，为了遮盖着色的预备体和牙根采用金属烤瓷全冠修复左上侧切牙（图C6-16）。修复体被烧制成形，并制作出了适当的表面纹理和光泽（图C6-17）。评估修复体恰当深度的切端效果，半透明性和透光性（例如图C6-18中的蓝色乳光）。ShadeVison系统的模拟试戴功能可以直观的确认色型再现的准确程度（图C6-19）。SpcetroShade系统比较合成后的图像与最终修复体的临床照片（图C6-21和图C6-22）证实$\Delta E<2.0$，确定比色非常接近（图C6-20）。使用不同种类的修复材料是达到所希望美学效果不可或缺的部分。

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注



图C6-1



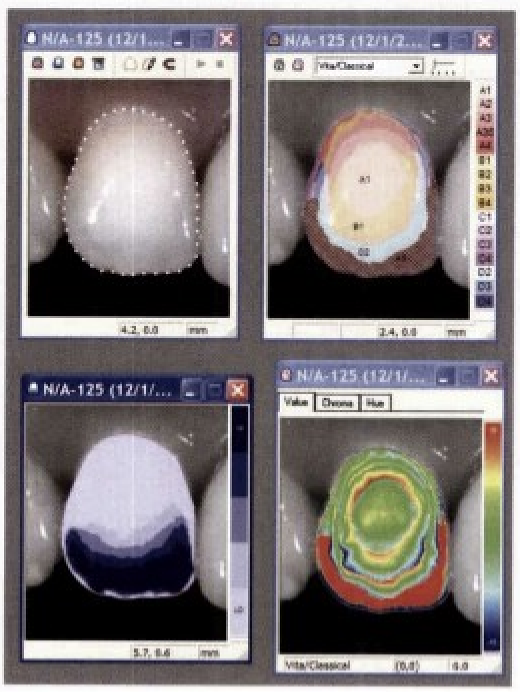
图C6-2



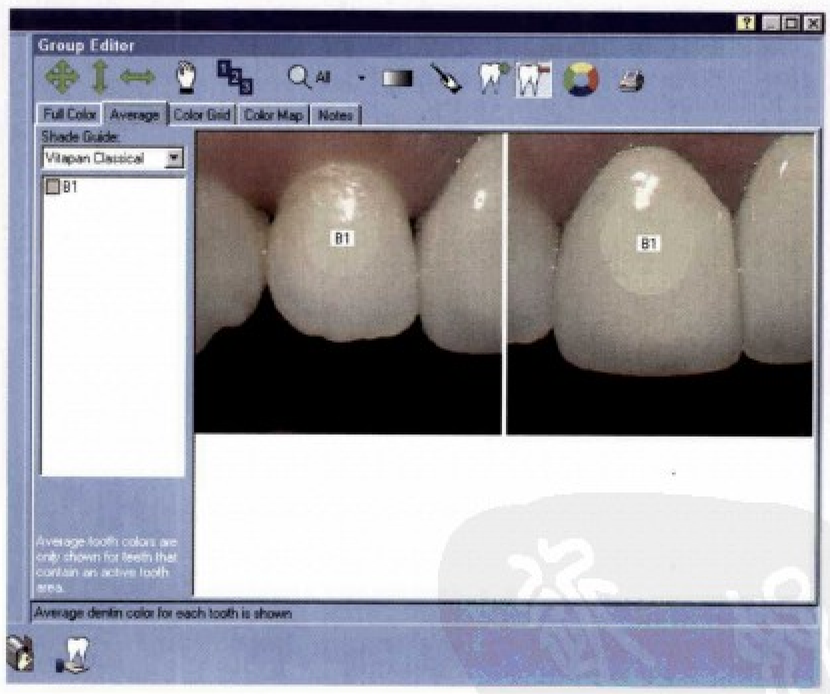
图C6-3



图C6-4

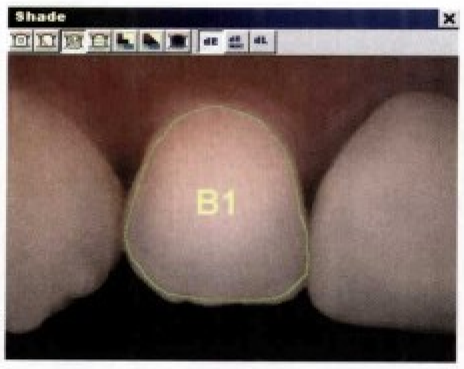


图C6-5

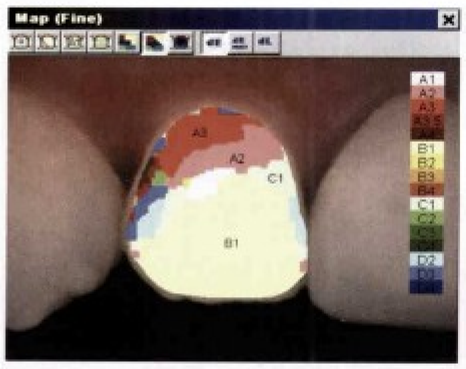


图C6-6

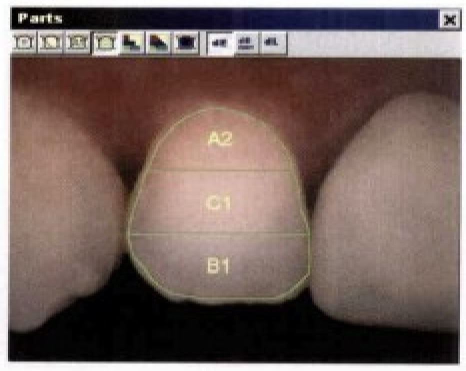
公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注



图C6-7



图C6-8



图C6-9



图C6-10



图C6-11



图C6-12



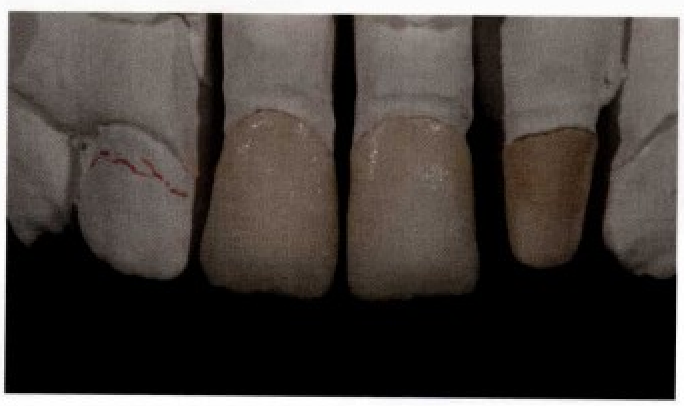
图C6-13



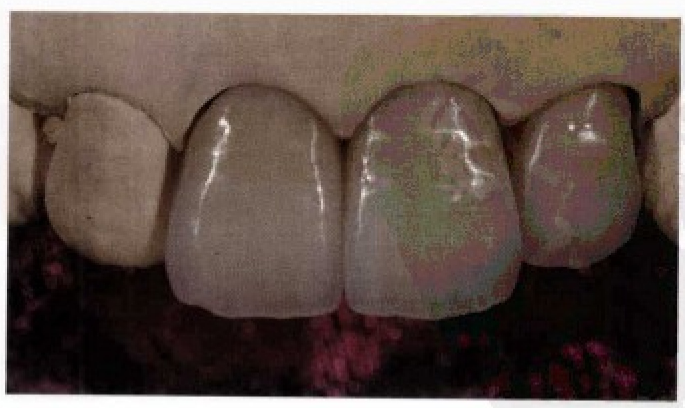
图C6-14



图C6-15



图C6-16

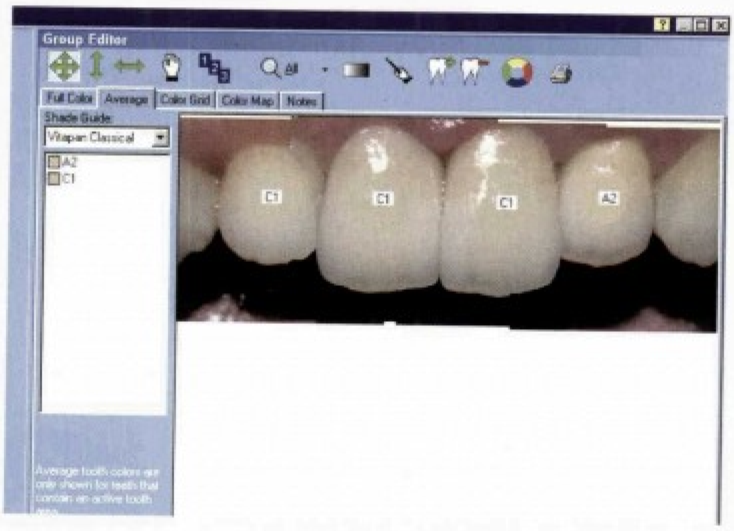


图C6-17

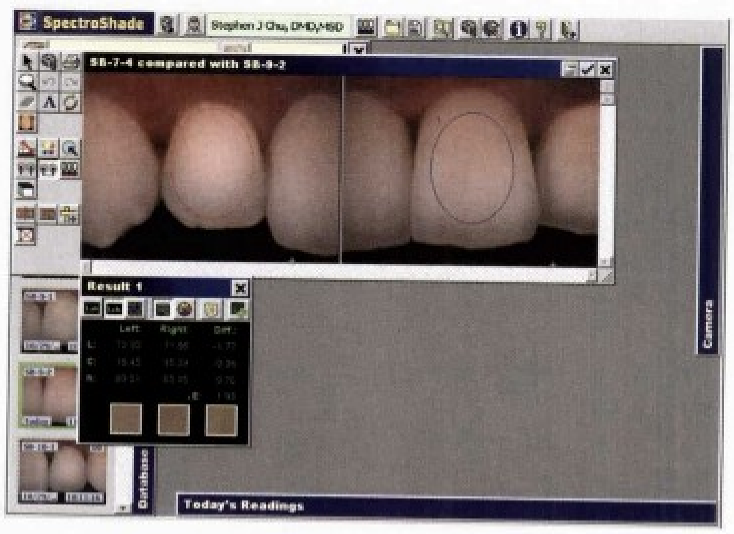
公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注



图C6-18



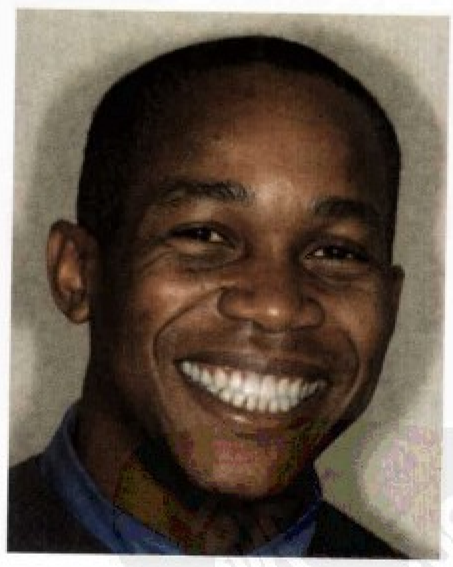
图C6-19



图C6-20



图C6-21



图C6-22

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

病例7:四颗前牙瓷贴面

一名25岁的女性患者主诉对于2年前制作的上颌四颗切牙全瓷贴面[Empress(Ivoclar-Vivadent, Amherst, NY)]的外观不满意（图C7-1）。临床检查发现贴面的颜色、亮度、比例不一致（图C7-2）。而且，通过牙周探针测量牙齿的长宽比为100%，呈正方形（图C7-3和图C7-4）。X线片提示侧切牙为锥形牙（图C7-5和图C7-6），并提示空间可以通过磨除中切牙的远中部分而获得，这样做减小了它们的宽度，使得四颗切牙的比例更加谐调。

为新的全瓷修复体进行牙体预备（图C7-8），先制作复合树脂临时修复（图C7-7）。在取终印模（图C7-10）前使用排龈膏（图C7-9）。使用ShadeVision系统（X-rite, Grandville, MI）进行色型分析，结果显示应使用Vitapan(Vita, Bad Sackingen, 德国) B1色型（图C7-11和图C7-12）。制作诊断蜡型用于控制牙齿治疗前（图C7-13）后（图C7-14）的外形和尺寸。在耐火模型上运用切端成形技术制作全瓷3/4贴面（图C7-15和图C7-16）。在石膏模型上试戴贴面以确定接触区、牙龈间隙和外突轮廓（图C7-17）。在粘接前用模拟试戴技术直观确认修复体色型(图C7-18)。ShadeVision系统的最终报告显示修复体色型与Vitapan B1成功匹配（图C7-19），临床表现进一步证实了色型与周围牙列的匹配以及牙齿比例的改进（图C7-20和图C7-21）。

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注



图C7-1



图C7-2



图C7-3



图C7-4



图C7-5



图C7-6

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注



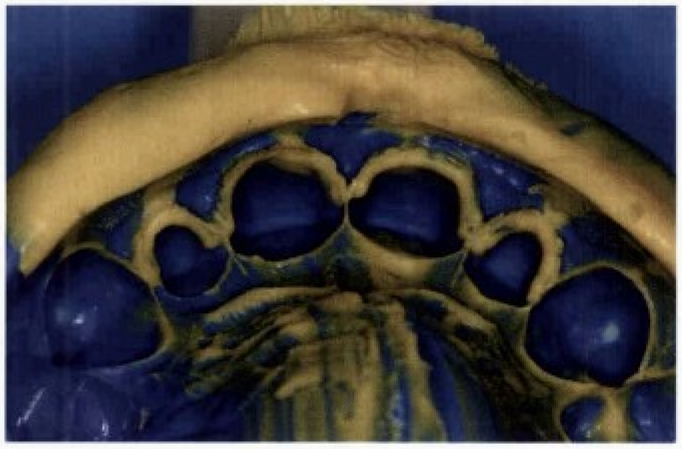
图C7-7



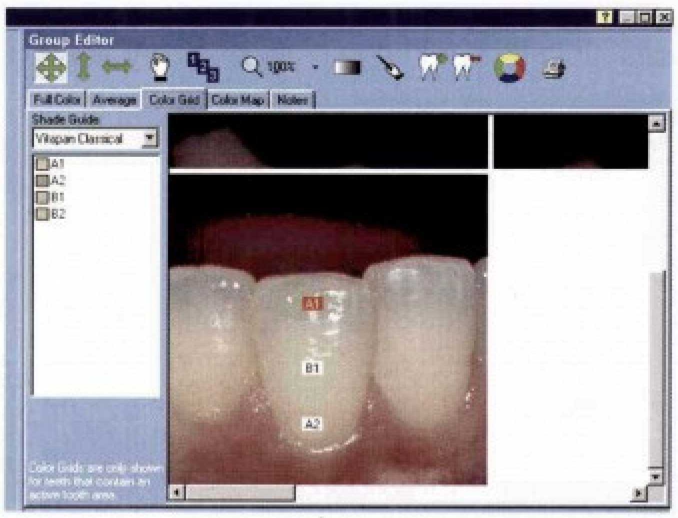
图C7-8



图C7-9



图C7-10



图C7-11



图C7-12

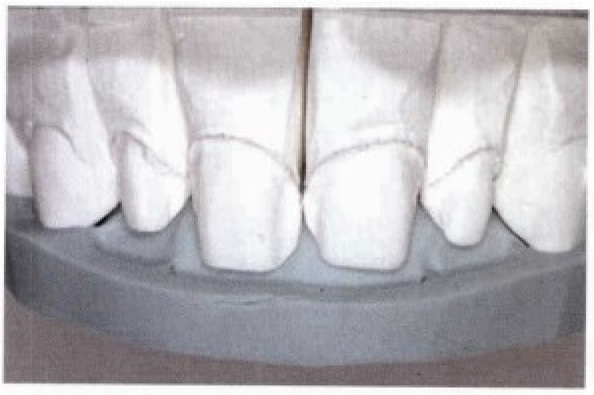


图C7-13



图C7-14

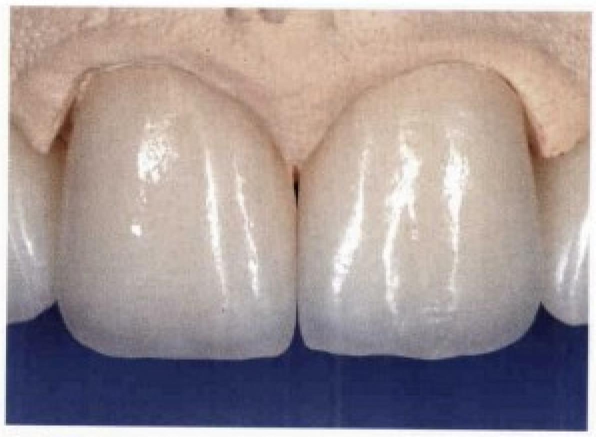
公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注



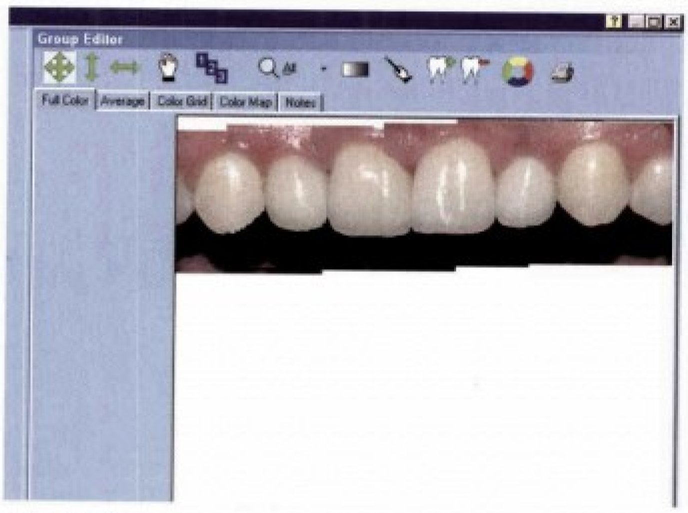
图C7-15



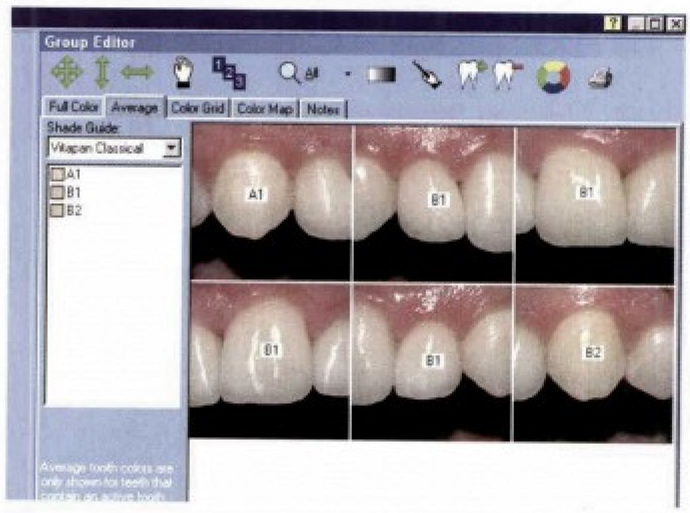
图C7-16



图C7-17



图C7-18



图C7-19



图C7-20



图C7-21

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

病例8：单颗后牙全瓷冠

由于近中和颈部的继发龋，一颗曾进行大面积MOD直接复合树脂修复的左上前磨牙准备行全瓷冠修复（图C8-1～图C8-3）。使用ShadeScan系统（Cynovad，Montreal，加拿大）进行色型分析，结果显示应采用Vitapan（Vita，Bad Sackingen，德国）B1/A1色型（图C8-4）。由于只涉及单颗后牙，本病例只使用了仪器比色系统。色型决定后选择了全瓷系统以及合适的瓷粉。采用耐火铸造技术制作了全冠（图C8-5～图C8-15）。使用树脂粘接剂[Lute-it(Pentron，Wallingford，CT)]对全冠进行了粘接并获得了满意的美学效果（图C8-16～图C8-18）。



图C8-1

PDG

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注



图C8-2



图C8-3



图C8-4

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

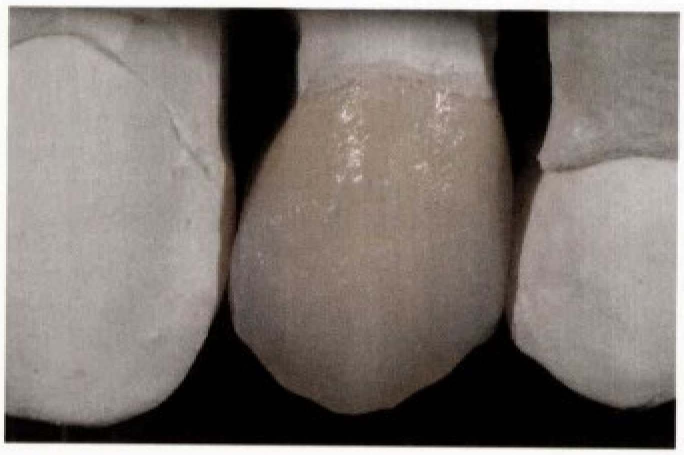

图C8-5


图C8-6


图C8-7


图C8-8

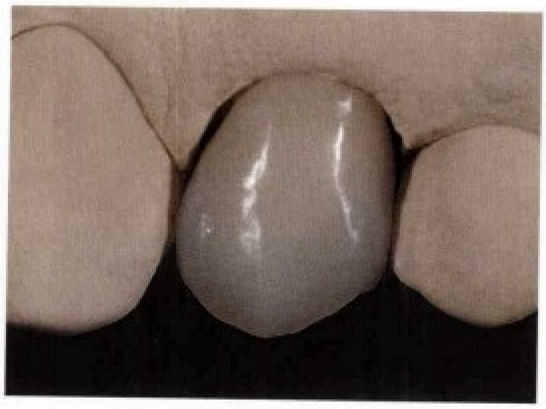

图C8-9


图C8-10


图C8-11


图C8-12

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注



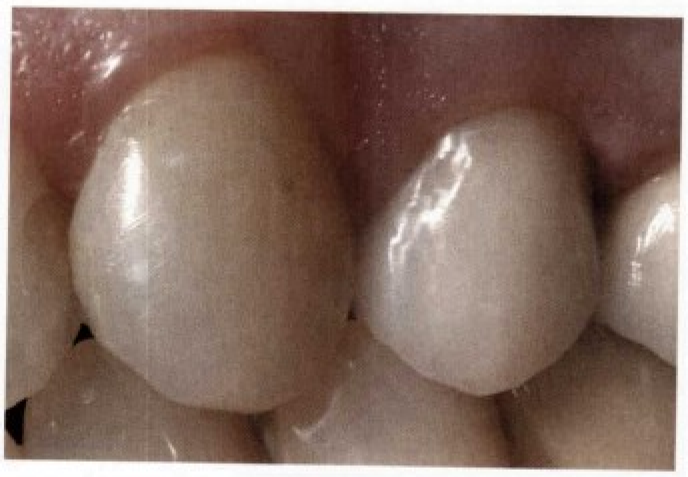
图C8-13



图C8-14



图C8-15



图C8-16



图C8-17



图C8-18

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

病例9:十颗瓷贴面与漂白牙匹配

一位50岁的女性患者现有树脂贴面边缘邻间隙内大面积继发龋，并上颌牙列部分变色。牙殆面分析照片示牙齿比例不协调及后牙列龈暴露过多（图C9-1和图C9-2）。美学修复治疗前，使用家用活髓牙漂白系统 [Colgate Platinum (Colgate-Palmolive, New York, NY)]增白下牙列牙齿。制作树脂暂时冠确定合适的牙冠比例（图C9-3），在牙冠上磨出深度指示沟（图C9-4）。然后去除原有修复体和继发龋（图C9-5）。使用ShadeVision系统（X-rite, Grandville, MI）进行色型分析，结果显示应采用Vitapan(Vita, Bad Sackingen, 德国)D2作为龈方色型，采用B1作为漂白后牙体以及切端色型（图C9-6）。这些色型同样使用传统比色板进行了确认（图C9-7～图C9-9）。使用耐火铸造技术制作全瓷贴面（图C9-10），并在瓷层中制作很多裂纹线以模仿天然牙列的特征（图C9-11）。最终ShadeVision色度仪报告证实修复体对于漂白后的天然牙列（图C9-12）颜色匹配精确，并得到临床照片（图C9-13和图C9-14）确认。



图C9-1

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注



图C9-2



图C9-3

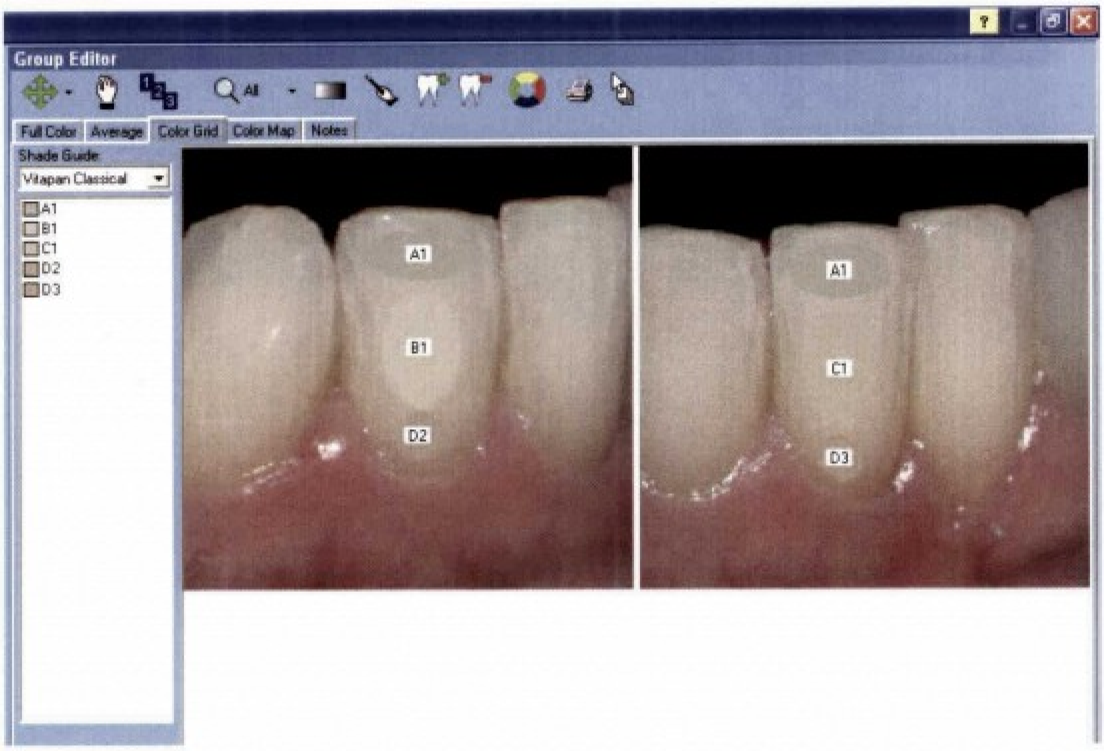


图C9-4



图C9-5

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注



图C9-6



图C9-7



图C9-8



图C9-9

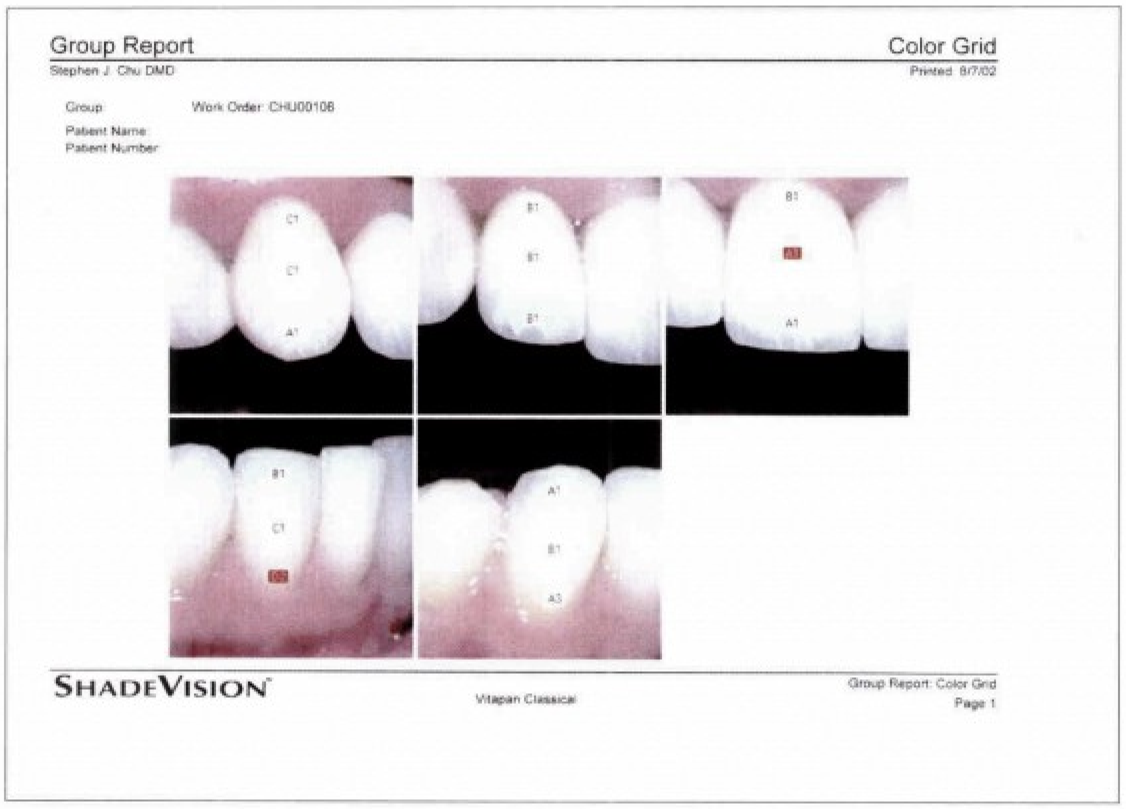


图C9-10

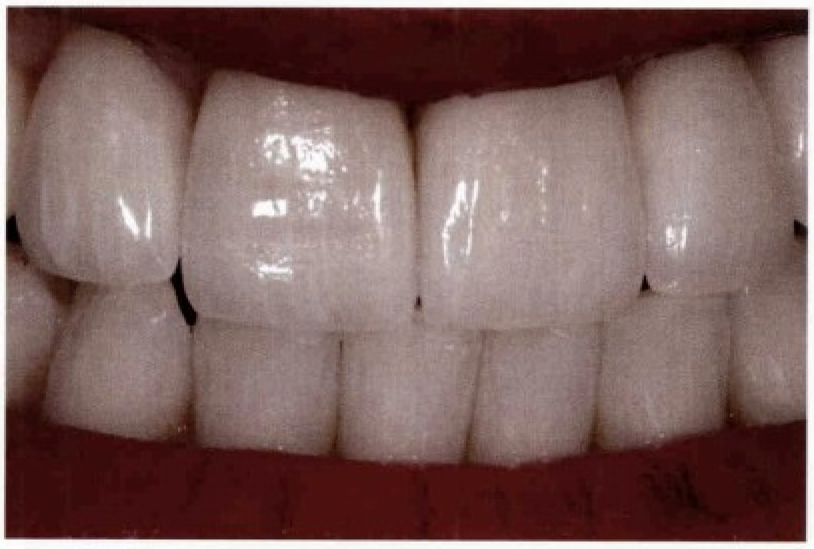


图C9-11

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注



图C9-12



图C9-13



图C9-14

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

病例10:两颗前牙的直接树脂修复

一位30岁的女性患者由于生长发育阶段的营养不良及饮水系统未氟化而导致的广泛的颈部龋齿（图C10-1～图C10-3）。

使用SpectroShade系统（MHT 光学研究所,Niederhasli,瑞士）进行色型分析（图C10-4），结果显示应采用Vitapan（Vita,Bad Sackingen,德国）D3色型。并使用传统比色板进行了确认(图C10-5)。在去除腐质后使用直接树脂粘接系统[Gradia(GC 美国,芝加哥,IL)]修复颈部缺损（图C10-6～图C10-11）。完成后使用SpectroShade确认色型（图C10-12）。仪器比色分析提高了美学效果并使直接树脂修复获得临床成功（图C10-13和图C10-14）。



图C10-1

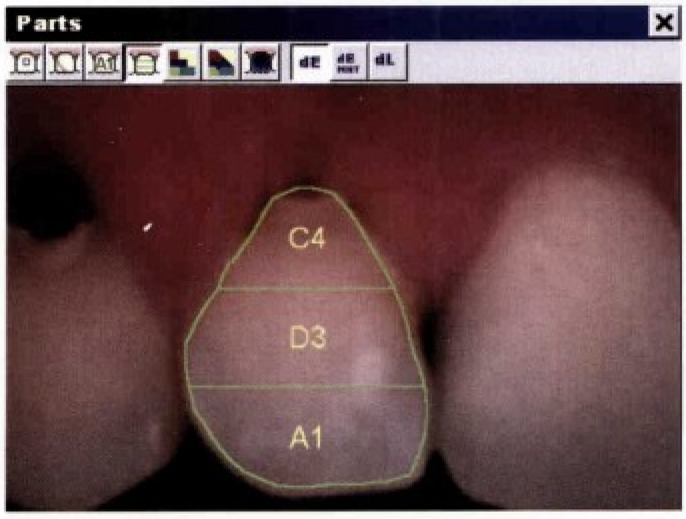


图C10-2



图C10-3

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注



图C10-4



图C10-5



图C10-6



图C10-7



图C10-8



图C10-9

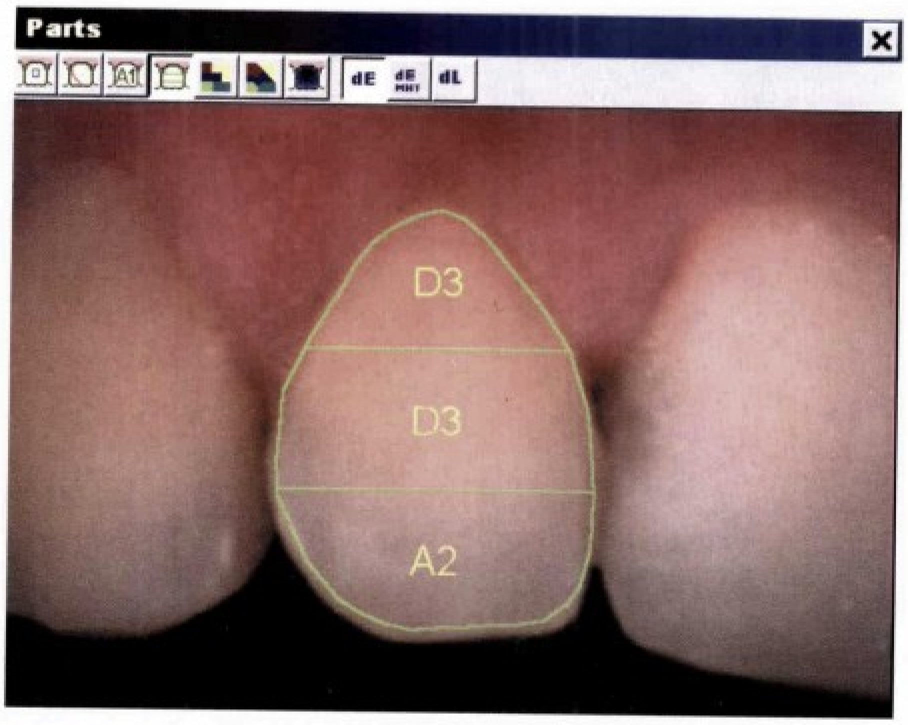


图C10-10



图C10-11

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注



图C10-12



图C10-13



图C10-14

(刘 峰 译)

PDG

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注